COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Considérations sur le caractère propre du principe de correspondance;* par M. CHASLES.

« 1. Le principe de correspondance s'applique, avec une très-grande facilité, à une infinité de questions. Cette facilité est telle, que sans qu'on ait besoin d'exprimer, par aucune équation, comme en Analyse, les conditions de la question, on pose sur-le-champ deux nombres qui satisfont à ces conditions, et dont la simple somme exprime la solution. Toutefois, il peut se trouver dans ce résultat des solutions étrangères qu'il faut élaguer. Ces solutions, qui s'aperçoivent souvent sans aucune recherche, à la première vue de la figure, peuvent aussi parfois demander un examen très-attentif des conditions de la question. Mais la méthode offre elle-même alors un très-puissant secours dans cette recherche, parce qu'elle s'applique presque toujours, dans une même question, de plusieurs manières, donnant lieu à des solutions étrangères différentes et qui peuvent même ne pas exister.

» A cet égard, les courbes unicursales ont un très-utile privilége : c'est tout au moins de prévenir de l'existence de solutions étrangères dans le cas d'une courbe générale et d'en accuser même le nombre ou l'expression. Car, si l'on suppose qu'une des courbes de la question soit unicursale, on peut former sur cette courbe elle-même les deux séries de points

qui se prêtent à la méthode de correspondance, et qui remplaceront même les deux séries de droites dont on se sert dans la recherche d'une courbe enveloppe; et l'expérience prouve que presque toujours alors le résultat est affranchi de toute solution étrangère : résultat précieux, car il fera connaître s'il se trouve des solutions étrangères dans le cas général d'une courbe quelconque et servira ainsi à les découvrir.

» 2. Le principe de correspondance a encore un autre caractère qui doit accroître considérablement l'étendue des résultats qui lui seront dus : c'est que, en l'appliquant à une question des plus simples, telles, par exemple, que celles que renferment, comme exercices, les traités classiques, on reconnaît immédiatement que le raisonnement sera absolument le même dans le cas de la plus grande généralisation que peut admettre la question.

» Se trouve-t-il, par exemple, dans les données de la question quelque point ou quelque droite, on peut les remplacer par des courbes de classe ou d'ordre quelconque. La question ainsi généralisée sera traitée sans plus de difficulté; mais il pourra se trouver dans le résultat des solutions étrangères que ne comportaient pas des conditions plus simples; ces solutions étrangères pourront être dues, par exemple, aux points singuliers ou aux tangentes multiples des courbes introduites à la place de points ou de droites, ou à la place de simples coniques.

» Il faut, on le conçoit, que dans cette généralisation des éléments ou données d'une question ces données conservent leur indépendance mutuelle et qu'aucune ne soit assujettie à quelques conditions particulières qui changeraient l'état de la question.

» 3. Enfin j'ajouterai que le principe de correspondance comporte une telle facilité de solution que, quelle que soit la question que l'on s'est proposée, indépendamment de la généralisation dont je viens de parler, on a tout aussitôt la pensée d'appliquer ce mode de solution spontanée à diverses autres questions relatives à la figure que l'on a sous les yeux. C'est ainsi, sans parler de la théorie des deux caractéristiques des systèmes de courbes, que, voulant traiter quelques questions de la théorie générale des courbes, concernant notamment les normales, les diamètres, les axes harmoniques, les obliques de Réaumur, j'ai été entraîné par la facilité des solutions à multiplier par centaines des théorèmes, tous différents (*).

(*) Voir *Comptes rendus*, t. LXXII, 1871, p. 394, 419, 487, 511, 577, 794; t. LXXIII, 1871, p. 229, 927, 970, 1289, 1405; t. LXXIV, 1872, p. 21; t. LXXV, 1872, p. 736; t. LXXVI, 1873, p. 126.

» Je me propose, dans ce moment, de mettre en évidence cette facilité de généralisation des conditions d'une question, à laquelle se prête le principe de correspondance.

» 4. Soit d'abord ce théorème fort simple et bien connu :

» *Quand un angle de grandeur constante tourne autour de son sommet situé en un point d'une conique, la corde que ses côtés interceptent dans la courbe enveloppe une autre conique, laquelle se réduit à un point quand l'angle est droit.* (PONCELET, *Traité des propriétés projectives, etc.*, p. 281.)

» Cet énoncé donne l'idée d'une double généralisation; car, d'une part, un angle AOA', de grandeur constante, est formé par deux droites OA, OA', qui font un rapport anharmonique constant avec deux axes fixes OE, OF (passant par les deux points imaginaires de l'infini appartenant à un cercle); et ensuite, au lieu d'une conique, on peut prendre une courbe d'ordre quelconque, et même supposer que le point O, sommet de l'angle, soit un point multiple d'ordre ν. On démontre alors, tout aussi facilement que le cas le plus simple, le théorème suivant :

» *Si autour d'un point* O, *multiple d'ordre* ν, *d'une courbe* U_m, *on fait tourner deux droites* OA, OA' *faisant toujours avec deux droites fixes* OE, OF *un même rapport anharmonique* λ, *les cordes* aa' *interceptées dans la courbe par ces deux droites enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)(m-\nu)$, *et lorsque* $\lambda = -1$, *la classe de la courbe est sous-double, c'est-à-dire* $(m-1)(m-\nu)$.

» *Démonstration.* — Il s'agit de démontrer que $2(m-1)(m-\nu)$ cordes aa' passent par un point quelconque I. On pose immédiatement

$$\text{IX},\quad m\ a,\quad m(m-\nu)\ a',\quad \text{IU},$$
$$\text{IU},\quad m\ a',\quad m(m-\nu)\ a,\quad \text{IX},$$
$$m(m-\nu)+m(m-\nu)=2m(m-\nu).$$

C'est-à-dire : Une droite IX menée par un point I rencontre la courbe U_m en m points a; les m droites Oa donnent lieu à m droites OA' qui rencontrent la courbe en $m(m-\nu)$ points a', par lesquels on mène $m(m-\nu)$ droites IU. Une droite IU menée arbitrairement rencontre U_m en m points a' qui donnent lieu de même à $m(m-\nu)$ points a et à $m(m-\nu)$ droites IX passant par ces points. Il y a donc $2m(m-\nu)$ coïncidences de IX et IU, et conséquemment $2m(m-\nu)$ cordes aa' passant par le point I.

» Mais il y a $2(m-\nu)$ solutions étrangères dues aux deux droites OE, OF, car chacune de ces droites rencontre la courbe en $(m-\nu)$ points a, et lorsque IX passe par un de ces points, la droite OA, menée à ce point,

devient OE et coïncide avec OA'; donc a' coïncide avec a, et IU avec IX, et cela quel que soit le point I : c'est donc une solution étrangère, et ainsi $(m - \nu)$ solutions étrangères. De même pour les coïncidences de Oa avec OF; donc $2(m - \nu)$ solutions étrangères. Il en reste

$$2m(m-\nu) - 2(m-\nu) = 2(m-1)(m-\nu).$$

Il y a donc $2(m-1)(m-\nu)$ cordes aa' passant par un point I : ce qui prouve que la courbe enveloppe de ces cordes aa' est de la classe $2(m-1)(m-\nu)$; ce qu'il fallait démontrer.

» Lorsque $\lambda = -1$, la classe de la courbe se réduit à $(m-1)(m-\nu)$, parce que l'expression du rapport anharmonique $\frac{\sin AE}{\sin AF} : \frac{\sin A'E}{\sin A'F} = \lambda$ s'écrit $\frac{\sin A'E}{\sin A'F} : \frac{\sin AE}{\sin AF} = \frac{1}{\lambda}$; de sorte qu'on peut placer a indifféremment sur l'un ou l'autre des deux côtés de l'angle qui satisfont à cette valeur -1 de λ. Dès lors une même corde aa' se trouve deux fois dans le résultat général, qu'il faut donc diviser par 2.

» Ici les solutions étrangères s'apercevaient immédiatement; mais voici comment une courbe unicursale aurait pu prévenir de leur existence, en permettant d'appliquer le principe de correspondance à deux séries de points pris sur la courbe elle-même. On a immédiatement, à l'égard d'un point a de la courbe pris arbitrairement et d'un second α qui lui correspondra,

$$a\ (m-\nu)\ a',\quad (m-\nu)(m-1)\ \alpha,$$
$$\alpha\ (m-1)\ a',\quad (m-1)(m-\nu)\ a;$$

donc

$$2(m-1)(m-\nu).$$

C'est-à-dire : Un point a étant pris sur U_m, on mène aO, premier côté de l'angle; le second côté rencontre U_m en $(m-\nu)$ points a', et les droites Ia' coupent U_m en $(m-\nu)(m-1)$ points α. D'un point α on mène αI qui coupe U_m en $(m-1)$ points a; les droites Oa, faisant les angles prescrits aOa', coupent U_m en $(m-1)(m-\nu)$ points a qui correspondent au point α. Donc il y a $2(m-1)(m-\nu)$ points α coïncidant chacun avec un point a correspondant; donc $2(m-1)(m-\nu)$ cordes aa' passeront par le point I; donc, etc.

» 5. J'ai dit que la facilité et même la spontanéité des solutions que procure le principe de correspondance portent à traiter diverses autres questions relatives à la figure que l'on a sous les yeux, questions qui peuvent être très-nombreuses, même dans les cas les plus restreints. La question actuelle en est un exemple. Cherchons *le lieu du point de rencontre des tan-*

gentes aux deux points a, a′ *de chaque corde sous-tendue* aa′. On écrit aussitôt

$$x,\quad n\ a,\quad n(m-\nu)\ a',\quad u,$$
$$u,\quad n\ a',\quad n(m-\nu)\ a,\quad x,$$
$$2n(m-\nu).$$

C'est-à-dire : D'un point x d'une droite L on mène n tangentes xa de U_m; aux droites OA passant par ces points correspondent n droites OA′ qui coupent U_m en $n(m-\nu)$ points a'; les tangentes en ces points coupent L en $n(m-\nu)$ points u. Pareillement, un point u donne lieu à $n(m-\nu)$ points x. Donc il y a $2n(m-\nu)$ points x coïncidant chacun avec un point correspondant de u.

» Mais il y a $2(m-\nu)$ coïncidences qui sont des solutions étrangères; elles sont dues aux $2(m-\nu)$ points des deux droites E, F situés sur U_m; car, pour un tel point, a' coïncide avec a et x avec u, quelle que soit la droite L; ce qui est une solution étrangère. Il reste $2(n-1)(m-\nu)$ solutions; donc *la courbe cherchée est d'ordre* $2(n-1)(m-\nu)$.

» De même que dans le théorème précédent, si $\lambda=-1$, la courbe est de l'ordre $(n-1)(m-\nu)$.

» Par la seconde méthode, on établit la correspondance entre deux points a, α de la courbe U_m; le raisonnement devient

$$a,\quad (m-\nu)\ a',\quad x,\quad (m-\nu)(n-1)\ \alpha,$$
$$\alpha,\quad x,\quad (n-1)\quad a',\quad (n-1)(m-\nu)\ a,$$
$$2(n-1)(m-\nu).$$

C'est-à-dire : Un point a étant pris sur U_m, et la droite OA passant par ce point, la droite OA′ coupe U_m en $(m-\nu)$ points a'; les tangentes en ces points coupent une droite L en $(m-\nu)$ points x, d'où l'on mène $(m-\nu)(n-1)$ tangentes $x\alpha$. La tangente en un point α de U_m rencontre L en un point x d'où l'on mène $(n-1)$ tangentes xa'; les droites OA′ passant par les points de contact a' coupent U_m en $(n-1)(m-\nu)$ points a. Ainsi à un point a correspondent $(n-1)(m-\nu)$ points α, et à un point α correspondent $(n-1)(m-\nu)$ points a. Donc il y a $2(n-1)(m-\nu)$ coïncidences de a et α, et même nombre de points x sur L, d'où partent deux tangentes xa, xa', satisfaisant à la question; donc la courbe cherchée est de l'ordre $2(n-1)(m-\nu)$.

» Voici divers autres théorèmes, tous relatifs à la même question, démontrés par le principe de correspondance.

» 6. *Les normales des points* a *rencontrent les normales des points* a′ *sur une courbe de l'ordre* $2(\mathrm{m}+\mathrm{n}-1)(\mathrm{m}-\nu)$.

» 7. *Les normales des points* a *rencontrent les tangentes des points* a′ *sur une courbe de l'ordre* $(\mathrm{m}+2\mathrm{n})(\mathrm{m}-\nu)$.

» 8. *Si, par le point où la tangente du point* a′ *rencontre une tangente fixe de* U_m, *on mène une parallèle à chaque corde* aa′, *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $(2m + n - 3)(m - \nu)$.

» 9. *Si, par le point où la tangente en* a′ *rencontre une tangente fixe de* U_m, *on mène des perpendiculaires aux cordes* aa′, *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(2m + n - 3)(m - \nu)$.

» 10. *Il existe* $(2m + n - 2)(m - \nu)$ *cordes* aa′ *qui sont normales à* U_m *en leur point* a′.

» *Et même nombre qui sont normales en leur point* a.

» 11. *Il existe* $(m + n - 4)(m - \nu)$ *cordes* aa′ *qui sont tangentes à* U_m *en leur point* a′.

» *Et même nombre qui sont tangentes en leur point* a.

» 12. *Du point de rencontre des tangentes en* a *et* a′ *de chaque corde* aa′ *on mène une parallèle à cette corde: ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $2(m + n - 2)(m - \nu)$.

» 13. *Du point de rencontre des tangentes en* a *et* a′ *on abaisse une perpendiculaire sur la corde* aa′ : *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2(m + n - 2)(m - \nu)$.

» 14. *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $2(2m + n - 2)(m - \nu)$.

» 15. *Du point* a *de chaque corde* aa′ *on abaisse une perpendiculaire sur la droite* Oa′ : *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(2m - \nu)(m - \nu)$.

» 16. *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $(3m - 2\nu)(m - \nu)$.

» 17. *La normale du point* a′ *rencontre* Oa *sur une courbe de l'ordre* $(2m + n - \nu)(m - \nu)$, *qui a en* O *un point multiple d'ordre*

$$(m + n - \nu)(m - \nu).$$

» 18. *Les normales abaissées du point* a′ *de chaque corde* aa′, *sur la courbe, rencontrent la droite* Oa *sur une courbe de l'ordre*

$$[(m - \nu)(m + n - 1) + (m + n)(m - 1)](m - \nu).$$

» 19. *Les droites menées du point* a *de chaque corde* aa′ *aux points où la normale du point* a′ *rencontre la courbe* U_m *enveloppent une courbe de la classe* $(m - 1)(m - \nu)(2m + n - 2)$.

» 20. *La normale du point* a *de chaque corde* aa′ *rencontre les normales*

abaissées du point a′ *en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre* $(m - \nu)(m + n - 1)(2m + n - 2)$.

» 21. *Les droites menées du point* a *de chaque corde* aa′ *aux pieds des normales du point* a′ *enveloppent une courbe de la classe*

$$(m - 1)(m - \nu)(2m + n - 2).$$

» 22. *Du point* a′ *de chaque corde* aa′ *on mène les tangentes* a′a″ *de* U_m : *les droites* aa″, *menées du point* a *aux points de contact de ces tangentes, enveloppent une courbe de la classe* $(m - 1)(m - \nu)(m + n - 4)$.

» 23. *La tangente au point* a′ *de chaque corde* aa′ *rencontre la courbe* U_m *en* $(m - 2)$ *points* a‴ : *les droites* aa‴ *enveloppent une courbe de la classe* $(m - 1)(m - \nu)(m + n - 4)$.

» 24. *Les normales menées du point* a *rencontrent les tangentes menées du point* a′ *sur une courbe de l'ordre*

$$(m - \nu)[n(m - 2)(m + n - 1) + (n - 2)(m + n)(m - 1)].$$

» 25. *Chaque corde* aa′ *rencontre une courbe* U_{m_1} *en des points d'où l'on mène les tangentes de* U_m : *ces tangentes coupent la droite* Oa *en des points dont le lieu est une courbe d'ordre* $m_1 n(m - \nu)(3m - \nu - 2)$.

» 26. *Si l'on mène les tangentes de* U_m *parallèles à chaque corde* aa′, *chaque tangente et cette corde interceptent, dans une courbe* $U^{n'}_{m'}$, *des cordes dont la courbe enveloppe est de la classe* $4m'(m' - 1)n(m - 1)(m - \nu)$.

» 27. *Du point* a *de chaque corde* aa′ *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *et du point* a′ *on mène les normales d'une autre courbe* $U^{n''}_{m''}$: *ces normales rencontrent les tangentes sur une courbe de l'ordre* $m(m - \nu)n'(m'' + n'')$.

» 28. *Du point* a *de chaque corde* aa′ *on mène les tangentes de* $U^{n'}$, *et du point* a′ *les normales de* $U^{n''}_{m''}$: *les droites qui joignent les points de contact des tangentes aux pieds des normales enveloppent une courbe de la classe*

$$m(m - \nu)[m'(m'' + n'') + n'm''].$$

» 29. Prenons pour second exemple de la facilité avec laquelle se généralisent les propositions les plus simples, au moyen du principe de correspondance, cette propriété fondamentale de la théorie des coniques : *Les droites menées de chaque point d'une conique à quatre points fixes de la courbe ont un rapport anharmonique constant.* Cette proposition se conclut dans le cercle de l'égalité des angles qui sous-tendent une même corde, et on l'étend à une conique quelconque par la perspective du cercle. Le principe de correspondance démontre directement, sans difficulté, que le lieu

d'un point d'où l'on peut mener à quatre points fixes des droites faisant un rapport anharmonique constant est une conique; et le même raisonnement conduit au théorème général dans lequel les quatre points sont remplacés par des courbes, savoir :

» *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener à quatre courbes, de classes* n′, n″, n‴, n^{IV}, *quatre tangentes faisant entre elles un rapport anharmonique donné, est une courbe de l'ordre* 2n′n″n‴n^{IV}.

» Il faut prouver qu'il se trouve sur une droite L $2n'n''n'''n^{\text{IV}}$ points d'où l'on peut mener quatre tangentes satisfaisant à la question.

» Soient a, b, c, d ces quatre tangentes, et $\frac{\sin a, c}{\sin a, d} : \frac{\sin b, c}{\sin b, d} = \lambda$ le rapport anharmonique qu'elles doivent former.

» On peut mener par un point ω $n'n''n'''$ système des trois tangentes a, b, c des trois premières courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$, $U^{n'''}$; chaque système donne lieu à une quatrième droite ωU, qui, comme conjuguée de c, fasse avec ces trois tangentes le rapport anharmonique prescrit; il suffit de chercher combien de ces droites ωU seront tangentes à la quatrième courbe $U^{n''''}$. Pour cela, il suffit de connaître la courbe enveloppe des droites ωU, c'est-à-dire combien de ces droites passent par un point I. Or les parallèles à ces droites, menées par le point I, coupent L en $n'n''n'''$ points ω_1, qui correspondent ainsi à ω. Que par un point ω_1, pris arbitrairement sur L, on mène la droite ωI, et deux tangentes a, b à $U^{n'}$ et $U^{n''}$, puis une quatrième droite ω_1K qui, conjuguée de ω_1I, fasse avec ces trois le rapport anharmonique λ; on aura ainsi $n'n''$ droites ω_1K, à raison des $n'n''$ couples de tangentes a, b des deux courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$; que l'on mène les $n'n''n'''$ tangentes de $U^{n'''}$ parallèles à ces $n'n''$ droites ω_1K; ces tangentes couperont L en $n'n''n'''$ points ω correspondant au point ω_1. Il existe donc $n'n''n''' + n'n''n''' = 2n'n''n'''$ coïncidences de ω et ω_1, et, conséquemment, $2n'n''n'''$ droites ωU passant par le point I. Ainsi la courbe enveloppe de la droite ωU est de la classe $2n'n''n'''$. Cette courbe a donc $2n'n''n'''n^{\text{IV}}$ tangentes communes avec la courbe $U^{n^{\text{IV}}}$. Donc il existe sur la droite L $2n'n''n'''n^{\text{IV}}$ points, d'où partent quatre tangentes des quatre courbes proposées ayant le rapport anharmonique donné : ce qu'il fallait démontrer.

» Chacune des quatre courbes peut se réduire à un point; on trouve alors la section conique.

» 30. On peut aussi se proposer de chercher le lieu d'un point d'où l'on mènerait plusieurs tangentes à une même courbe. Alors ce sont autant de

questions qu'il faut traiter directement, et dont la solution ne peut pas se conclure du cas de quatre courbes.

» On trouve, par exemple, que :

» *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener quatre tangentes, dont deux* a, b, *à une courbe* $U^{n'}$, *et les deux autres* c, d *à deux courbes* $U^{n''}$, $U^{n'''}$, *faisant un rapport anharmonique* (a, b, c, d) $= \frac{\sin a, c}{\sin a, d} : \frac{\sin b, c}{\sin b, d} = \lambda$, *est une courbe de l'ordre* $2n'(n'-1)n''n'''$.

» 31. *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener aux trois courbes les quatre tangentes* a, b, c, d *faisant le rapport anharmonique* (a, c, b, d), *dans lequel les deux tangentes* a, c *de* $U^{n'}$ *et* $U^{n'''}$ *sont conjuguées, est une courbe de l'ordre* $4n'(n'-1)n''n'''$.

» 32. *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener quatre tangentes dont trois à une courbe* $U^{n'}$ *et une à une courbe* $U^{n''}$, *faisant un rapport anharmonique constant, est* $2n'(n'-1)(n'-2)n''$. »

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement descendant des trombes solaires et terrestres, et sur la formation de leurs gaînes opaques.* Réponse à M. le Dr *Reye*, par M. Faye.

« Voici une question intéressante que M. le Dr Reye me pose dans sa Lettre du 5 janvier (1) :

« Selon M. Faye, une trombe est évidemment une sorte de machine, un appareil de transmission de la force, fonctionnant régulièrement comme un axe qui tourne, en portant à son extrémité un outil prêt à agir sur tout obstacle qu'on lui présente. Mais il ne nous dit pas par quelle force est produit le prétendu courant descendant qui forme l'axe de son appareil fort étonnant, sans doute. »

» En effet, cette comparaison doit sembler bien étrange à ceux qui, comme M. Reye, acceptent encore aujourd'hui la théorie de M. Espy plus ou moins modifiée. Cette théorie du mouvement ascendant des

(1) Quant aux cinq autres questions de M. Reye, elles se rapportent à des faits qu'il croit conformes à sa théorie et embarrassants pour la mienne. Les voici : 1° Pourquoi cette machine (les trombes, etc.) travaille-t-elle presque exclusivement en été?... — *Rép.* L'origine des trombes étant dans les grands courants supérieurs qui nous amènent les orages, cela revient à demander pourquoi ces courants portent principalement en été sur notre hémisphère. 2° Pourquoi agit-elle de préférence quand l'air est calme ou que le vent est léger et régulier? — *Rép.* Les spires des trombes faibles sont souvent dispersées par un vent un peu fort. 3° Pourquoi la pression de l'atmosphère s'abaisse-t-elle à la base au lieu d'augmenter? — *Rép.* C'est à la théorie de M. Reye que cette objection s'adresse,

trombes, tornados, etc., a eu en France son heure de succès, témoin le rapport si favorable qui en a été fait, il y a trente-trois ans, à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XII, p. 454). Je n'aurais pour ma part jamais songé à la contester, si l'étude du phénomène analogue du Soleil ne m'avait suggéré des idées diamétralement opposées. Je vais les exposer pour répondre à la question de M. Reye, bien que je n'aie pas eu primitivement pour but de donner la théorie des trombes, tornados, typhons, etc., mais seulement de montrer que ces phénomènes mécaniques se passent exactement de la même manière sur le Soleil et sur la Terre.

» Il faut distinguer ici deux mouvements : d'abord la vive rotation de l'outil, car je persiste dans ma comparaison; ensuite le mouvement très-particulier qui rapproche ou éloigne cet outil de l'obstacle, c'est-à-dire du sol. L'explication demandée doit s'étendre aux tourbillons de nos cours d'eau aussi bien qu'aux trombes, tournades ou cyclones de notre atmosphère, car les premiers sont tout aussi descendants que les seconds. Il y a de plus un troisième phénomène à expliquer, savoir le rétrécissement progressif des spires vers le bas. Enfin le mouvement descendant ne dépend pas du sens de la gyration. Il est d'ailleurs assez compliqué; car, si l'on voit les trombes descendre assez rapidement des nuages, c'est-à-dire d'une hauteur considérable, on les voit aussi s'arrêter parfois, hésitantes, descendre, se relever un peu pour redescendre plus loin, et, vers la fin, se relever tout à fait jusqu'à la nuée où elles ont pris naissance.

» En premier lieu, le mouvement gyratoire, cause déterminante de ces phénomènes, est dû aux différences de vitesse qui se produisent immanquablement dans des courants gênés par une cause quelconque. Soit, par exemple, un courant rectiligne dont les filets contigus aient des vitesses croissant d'un bord à l'autre. Pour faire abstraction du mouvement de translation, appliquons à chaque molécule une vitesse égale et contraire à la vitesse moyenne de tous ces filets parallèles. Il ne restera plus que des couples agissant dans le même sens et déterminant çà et là des gyrations partielles d'amplitude restreinte. Tel est dans sa simplicité le phénomène tourbillonnaire qui se présente si souvent dans nos cours d'eau; tels sont aussi les

---

et elle est alors décisive. On verra plus loin qu'elle ne porte pas sur la mienne. 4° Pourquoi, malgré l'impétueux courant descendant, la poussière et les objets légers s'élèvent-ils ordinairement à l'intérieur des trombes? — *Rép.* Il y a là une erreur de fait : les objets légers ne s'élèvent pas à l'intérieur des trombes, mais tout autour; 5° Pourquoi les arbres arrachés et les épis abattus sont-ils couchés dans des directions convergeant vers la base de la trombe? — *Rép.* Il n'y a pas là de difficulté; les objets fauchés circulairement par une trombe doivent, en effet, présenter quelque régularité de disposition dans leur chute.

pores dont la surface du Soleil est criblée, parce que les zones successives de la photosphère sont animées, comme on le sait, de vitesses variables de chaque côté de l'équateur.

» Mais si ces centres de rotation viennent à se confondre, nous aurons un vaste mouvement gyratoire, englobant une grande partie de la masse du courant. On s'en représente aisément les premiers effets, tels que l'accélération vers le centre, la diminution de pression au milieu, la formation d'un vaste entonnoir conique nettement accusé jusque dans les plus petits tourbillons, entonnoir auquel succède une saillie momentanée, selon la remarque de M. Belgrand, lorsque, le tourbillonnement venant à cesser, les parties fluides voisines se précipitent vers le centre pour y combler un vide.

» Il en est de même des grands courants atmosphériques qui règnent souvent bien au-dessus de nos têtes, sur une épaisseur considérable, et qui, éprouvant des résistances dues en partie à la rotation terrestre, prennent d'un bord à l'autre des vitesses différentes. C'est donc partout la même cause, dans l'air, dans l'eau, sur le Soleil, qui engendre le mouvement gyratoire. Le tourbillon une fois formé emmagasine, dans un espace de plus en plus étroit, la force vive résultant des inégalités susdites de vitesse, et la transporte en bas, jusqu'au sol, tandis qu'il voyage dans le sens du courant avec la vitesse moyenne de ce dernier.

» En second lieu vient le mode de transmission verticale de cette énorme force vive. Pour l'étudier, commençons par le cas simple d'un anneau solide tournant dans un milieu fluide, de densité égale ou peu différente. En chaque point de la surface tournante, la couche en contact immédiat sera projetée dans le sens de la rotation par propagation latérale du mouvement, et les molécules ainsi chassées seront remplacées aussitôt par d'autres placées au plus près, mais ne participant pas au mouvement. Mais les réactions ainsi produites par le fluide ambiant ne seront pas égales en tous sens : au-dessus de l'anneau, le travail du fluide, qui vient remplacer la couche expulsée, est favorisé par l'action de la pesanteur, tandis qu'au-dessous le même travail est entravé, au contraire, par cette force. Il y aura donc un léger excès de pression de haut en bas, sur tout le pourtour de l'anneau, excès croissant avec la vitesse de rotation et nul seulement dans le cas de l'immobilité. Si l'anneau était solide, il devrait descendre peu à peu et tout d'une pièce. Je ne sais si l'expérience sera réalisable. Si même l'anneau était un peu plus léger que le fluide ambiant, cet excès de pression pourra dépasser sa tendance ascensionnelle; mais la vitesse de rotation venant à tomber au-dessous d'une certaine limite, l'anneau remontera, plus lentement que s'il ne tournait pas.

» Supposons maintenant l'anneau fluide : les choses se passeront autrement, parce que ses diverses parties ne sont plus invariablement liées les unes aux autres. Chaque élément, outre sa rotation rapide autour d'un axe vertical, sera sollicité, par une légère pression de bas en haut, à tourner autour d'un axe horizontal, et cette seconde rotation se composera avec la première. Dès lors l'axe de la rotation résultante s'inclinera d'un petit angle, et comme la pression susdite est constante, le plan de gyration de cet élément se mettra à rouler coniquement autour de l'axe en descendant continuellement. En d'autres termes, cet élément et tous ceux qui le suivent prendront la figure d'une spire hélicoïdale descendante. On voit donc que l'anneau tournant se décomposera en filets analogues à ceux d'une vis animée d'un mouvement descendant, aussi longtemps du moins que la réaction verticale de haut en bas l'emportera sur la réaction contraire. Si la rotation diminue, cet effet diminuera aussi ; si la densité de l'anneau est moindre que celle du fluide ambiant, le mouvement hélicoïdal, un moment arrêté, pourra devenir ascendant.

» Cette différence de densité ne saurait se produire dans les liquides ; c'est donc dans les gaz seuls que le mouvement de descente peut devenir ascendant ; mais il importe d'éviter ici toute méprise. Un tourbillon gazeux peut remonter jusqu'au point d'où il est descendu ; mais il n'y a de tourbillon ascendant, au sens ordinaire du mot, que dans des circonstances très-spéciales qui sont ici hors de question, et, même alors, le phénomène n'aura ni l'allure ni l'énergie des trombes proprement dites.

» En troisième lieu, les spires descendantes ainsi produites vont sans cesse en se rétrécissant vers le bas. Cet effet, très-marqué en haut, l'est beaucoup moins en bas, et même il peut être, au pied de la trombe, remplacé par l'effet contraire. Faute de données numériques qu'aucun observateur n'a pu recueillir, je n'ai pu essayer de soumettre au calcul les actions qui déterminent ces phénomènes : bornons-nous à les indiquer. D'une part, la rotation des spires détermine une force centrifuge ; mais, d'autre part, l'air intérieur emprisonné dans la trombe est entraîné par le mouvement gyratoire descendant et détermine au dedans une diminution très-sensible de pression, tandis que l'entraînement subi par l'air extérieur en contact avec les mêmes spires est contre-balancé par l'afflux du fluide ambiant illimité et immobile. D'après cela, les actions horizontales en chaque point pourront avoir, en général, une résultante dirigée de dehors en dedans. En la combinant avec celle des actions verticales, on voit que la résultante finale sera inclinée à la fois vers le bas et vers l'axe, de manière à produire en même temps la descente des spires et leur contraction progressive. Celles-ci se dessineront par conséquent sur

une surface de révolution de forme tronconique dont la partie rétrécie sera en bas. Ces effets singuliers de la réaction du milieu ambiant rappellent de loin ceux qu'un milieu semblable produirait dans les mouvements d'un corps céleste dont il transformerait l'orbite circulaire en une spirale parcourue avec une vitesse croissante.

» Cependant si la densité de l'air entraîné par la trombe ne croît pas aussi vite que celle du milieu, et si le mouvement de descente vient à faiblir, l'effet inverse pourra se produire : la force centrifuge devenue prépondérante élargira le pied de la trombe et le transformera en une sorte d'arrosoir divergent dont les parties, devenues indépendantes du tourbillon, finiront par remonter dans l'atmosphère. Tel est le cas général sur le Soleil, où il n'y a pas de sol résistant pour couper court à la propagation verticale des trombes.

» Presque tout ce qui précède s'applique aux cours d'eau comme aux milieux gazeux; mais, dans l'atmosphère, une nouvelle influence s'ajoute aux précédentes pour donner à ces phénomènes un plus grand développement. L'air des hautes régions, qui descend en tourbillonnant dans une trombe, est plus froid que les couches qu'il traverse (1); il condensera donc en premier lieu l'humidité de l'air intérieur et par suite l'élasticité de cet air diminuera. Au dehors, une condensation pareille et plus abondante se produira par le même effet, le milieu ambiant étant indéfini. Nous allons étudier en détail ces effets de température: nous les retrouverons identiquement sur le Soleil; car, malgré l'énorme chaleur qui y règne, il s'y trouve pareillement, un peu au-dessous de la photosphère, des vapeurs métalliques voisines de leur point de condensation ou de combinaison chimique. Autour de la trombe ce refroidissement s'étend à quelque distance, au delà de toute propagation appréciable du mouvement. Dans l'air chaud et humide des basses régions, ce refroidissement pourra atteindre le point de rosée; la trombe s'entourera donc d'une gaîne de vapeurs condensées et opaques qui en estompera les contours sans tourner violemment avec elle. Si, dans une des couches traversées, le point de rosée n'est pas atteint, soit par trop de sécheresse, soit parce que l'air amené par la

---

(1) M. Espy a voulu poser en principe l'impossibilité qu'un courant descendant soit plus froid que l'air des régions où il pénètre (*Comptes rendus*, 1841, t. XII, p. 460). Il est évident que de l'air, transporté en bas et se mettant en équilibre de pression statique avec l'air ambiant, se réchauffera par la compression; mais la question de savoir jusqu'à quel point il est comprimé dans le mouvement violent qui l'emporte n'est pas une question de Statique. L'opinion formulée par M. Espy est d'ailleurs contredite par les faits et par l'expérience des navigateurs qui ont souffert des rafales glacées des cyclones indiens en pleine zone torride.

trombe s'est trop réchauffé, la gaîne opaque ne se formera pas, et naturellement la trombe sera invisible dans cette partie-là. Le spectateur la jugera interrompue, ou bien il croira que le tube, qui descend des nues, a provoqué l'ascension d'un tube semblable s'élevant du sol. Mais nous allons passer en revue d'autres phénomènes bien plus singuliers encore, dont il serait véritablement très-difficile de se rendre compte par toute autre théorie.

» Je veux parler des trombes si bien observées et si clairement décrites par notre savant collègue du Bureau des Longitudes, M. le capitaine de vaisseau Mouchez, dans sa Lettre du 29 décembre dernier. Le disque tournant supérieur (au delà des nuages), qui par en bas dégénère en trombe, ne se décomposera pas toujours en une seule et même nappe hélicoïdale. Des diverses régions de ce disque descendront des hélices de pas différents, mais de même axe, dont les matériaux auront des températures diverses. Si le phénomène n'est ni tumultueux, ni troublé, si la gyration supérieure ne tend pas à s'opérer autour d'axes différents, ces hélices intérieures, très-distinctes les unes des autres, se feront, au sein même de l'air extérieur entraîné par la trombe, des gaînes de vapeurs particulières dont l'opacité, devenue sensible sur les bords, dessinera plusieurs canaux cylindriques dans la même trombe. Je ne connaissais pas d'autres observations du même genre avant de m'être rendu compte de ce phénomène ; mais, il est facile actuellement d'y rattacher le spectacle singulier que la trombe de Königswinter a présenté aux habitants des rives du Rhin. Cette trombe a eu évidemment un ou deux tubes intérieurs entourés chacun d'une gaîne de vapeurs opaques. En traversant une courbe d'air relativement sèche ou froide, à une assez grande hauteur au-dessus du fleuve, ces gaînes furent supprimées momentanément sur un tiers ou un quart de la longueur totale de la trombe, mais non pas toutes à la même hauteur. On voyait, en effet, à découvert, comme une série de tubes emboîtés sortant du pied de la trombe, celui de l'intérieur étant le plus long. Le même effet en haut avait sans doute lieu pour le tronçon attenant aux nuages, mais il n'a pu être distingué complétement à cause de la distance. Il faudrait reproduire les dessins des témoins pour faire comprendre un phénomène aussi complexe, si l'explication que je viens d'en donner ne le rendait aisément intelligible. Les faits signalés par M. Mouchez ne sont donc nullement exceptionnels; il se pourrait qu'ils fussent la règle; mais, en général, la gaîne extérieure est trop épaisse pour laisser voir des détails pareils.

» Remarquez que le premier effet de cette gaîne de vapeurs, condensées comme un fourreau tout autour de la trombe, est de rendre le spectateur indécis sur la question de savoir si la trombe monte ou descend, tourne

avec violence, ou ne tourne pas du tout. Cela fait quatre opinions possibles : elles ont été admises et défendues successivement toutes les quatre. Il arrive bien parfois que cette gaîne est entamée par le mouvement de gyration intestine, et alors la structure hélicoïdale devrait révéler la nature du phénomène ; mais, alors même, il n'est pas facile de décider *de visu* si la trombe monte ou descend. Cette incertitude où la contemplation directe des phénomènes laisse le spectateur le plus attentif est chose fatale : elle tient à ce que nous ne pouvons pas tourner en quelque sorte autour du phénomène pour le voir sous différents aspects. Quant à moi, l'étude du Soleil m'a montré ce même phénomène sous une autre face : sur le Soleil, je le vois d'en haut et non d'en bas.

» Transportons donc l'observateur à quelques dizaines de lieues au-dessus d'un de ces grands courants aériens où naissent les trombes. La couche de nuages, que nous voyons d'en bas comme un voile opaque et sombre lui apparaîtra, sous la lumière du jour, comme une immense nappe d'une blancheur éclatante. Bientôt il y distinguera une dépression conique, un vaste entonnoir à parois très-évasées, un peu moins éclairé, un peu moins brillant, dont l'orifice extérieur serait bien circulaire si la nappe nuageuse était elle-même sans aspérités. Au milieu de cette dépression, il verra un trou là où vient aboutir le tuyau de la trombe, et ce trou sera noir, parce que les rayons du Soleil n'y pénètrent pas. S'il y a au loin des points de repère, le spectateur s'apercevra bientôt que la couche de nuages, le vaste entonnoir conique et son trou central obscur marchent ensemble, avec la vitesse même du courant.

» S'il vient à se former, dans cet entonnoir, un tourbillon parasite aux dépens du tourbillon primitif, il les verra se dégager peu à peu l'un de l'autre, se donner d'abord chacun un orifice sombre (d'où le spectateur d'en bas verra pendre deux longs tuyaux parallèles), puis se partager l'entonnoir lui-même ; mais, tant qu'ils restent partiellement engagés l'un dans l'autre, leurs deux trous noirs sont simplement séparés par une mince bande de nuages appartenant au fond général éclairé par le jour. Est-il nécessaire d'ajouter que l'observateur d'en haut ne verra pas plus de traces de rotation que le spectateur d'en bas ? La ligne même de séparation de ces deux orifices reste naturellement immobile. Il est certain qu'on ne voit rien monter, mais on ne voit rien descendre ; ce qui tourne est invisible et ce qu'on voit n'est qu'une gaîne, un fond brillant que la gyration n'entraîne guère que par accident. A ne regarder les choses que de ce point de vue, l'incertitude est la même que dans le premier cas, et trois ou quatre théories contradictoires peuvent encore se donner ici carrière

» Mais réunissez les deux modes d'observation, et tout devient clair et déterminé. L'un a vu descendre, l'autre est certain de n'avoir rien vu monter; l'un et l'autre ont saisi des traces de gyration manifeste et concordante, etc.

» En parlant exclusivement des trombes terrestres, il se trouve que je n'ai plus rien à dire des taches du Soleil; ce sont elles, en effet, que je viens de décrire en regardant de haut celles de la Terre. Sans doute, si l'on présentait à la première personne venue une gravure représentant une tache du Soleil, et une autre gravure figurant une de nos trombes, cette personne ne trouverait pas le moindre rapport entre ces deux dessins, et cependant il en existe un, bien simple et bien intime, c'est qu'ils représentent le même objet, l'un en plan, l'autre en élévation.

» Si M. Reye veut bien y songer, il se rendra compte ainsi de la portée des critiques si vives qui m'ont été adressées, dès le début, par deux savants italiens. Il n'a pas manqué de les rappeler dans sa Lettre. A mon tour je lui demanderai s'il a fait une réponse quelconque à celle que lui a adressée M. Zöllner, et je la citerai ici tout au long pour montrer à l'Académie qu'à l'étranger mes idées ne sont pas aussi mal accueillies que le fait entendre M. Reye :

« Puisque M. Reye me somme de dire sur quels points sa théorie serait en contradiction avec les faits, je me permettrai de lui en signaler un qu'on peut vérifier bien aisément, sans instruments coûteux et sans avoir recours à la discussion d'une masse d'observations; je me servirai d'un fait qu'il ne niera pas, le simple fait que les taches du Soleil sont noires. Or, suivant sa théorie, elles devraient être brillantes; car, tant qu'on admettra qu'un corps s'échauffe quand il vient à être mélangé avec un autre corps plus chaud, et que ce mélange ne saurait le refroidir, il sera impossible d'accorder à M. Reye que des courants *ascendants* et chauds, s'élevant au-dessus de places relativement plus chaudes du Soleil, à travers les couches de la photosphère, y produisent le refroidissement exigé par la noirceur relative des taches.

» A cet égard, la théorie de M. Faye est bien plus rationnelle; car il en résulte que les couches refroidies des hautes régions de l'atmosphère solaire sont entraînées en bas et y déterminent le refroidissement qui répond à l'obscurité relative des taches. » (*Ann. de Pogg.* Bd. CL, p. 452.)

» Le lendemain de cette lecture, j'ai reçu de M. Langley, de l'Observatoire d'Allegheny U.-S., un important Mémoire intitulé *Minute Structure of the Solar Photosphere*. C'est le premier résultat d'une étude entreprise à l'aide d'une des grandes lunettes existantes (pleine ouverture de 13 pouces sur le Soleil, grossissement de 400 à 800 fois), en vue de soumettre au contrôle des faits les théories de « Faye, Kirchhoff, Lockyer, Secchi, Young, Zöllner et autres éminents investigateurs de la Physique solaire. » Voici les conclusions de l'auteur :

« Il paraît à peine possible de consacrer une longue observation télescopique à la structure détaillée de la photosphère sans être conduit à conclure que l'action cyclonique est la plus marquée. Tout en reconnaissant que le type normal d'une tache cyclonique est rare, que les indices d'action cyclonique hors des taches sont faibles, et que dans celles-ci cette action ne paraît pas tout expliquer, nous ne pouvons pourtant éviter d'accepter plus ou moins complétement la théorie de Faye comme étant incontestablement basée sur une *vera causa*, et comme ayant sur toutes les autres l'avantage de relier sous une seule loi un vaste ensemble de vérités qui autrement resteraient isolées. » (*Amer. Journal of Science and Arts*, vol. VII, febr. 1874.)

» La Note que je viens de soumettre à l'Académie a justement pour but de dire pourquoi les caractères cycloniques des taches étudiées en elles-mêmes ne sont pas de ceux qui sautent aux yeux. Comment s'en étonner lorsqu'on a quelque peine à la mettre en évidence, même dans nos propres trombes, et qu'ils y sont encore contestés énergiquement et par les théoriciens et par les observateurs! »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les eaux acides qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères* (fin); par M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Les volcans, dans les Cordillères intertropicales, ont une constitution géologique des plus simples; rien n'y fait présumer des actions de métamorphisme. Loin des bouches ignées, on observe des basaltes, des obsidiennes, des ponces, placés généralement en dehors de l'action volcanique actuelle. Des laves, je n'en ai vu nulle part. La fameuse coulée de Lysco, sortie, d'après de Humboldt, de l'Antisana, est une large bande de menus fragments de trachyte, à angles vifs indiquant qu'ils n'ont été ni fondus ni roulés. On ne saurait mieux les comparer qu'aux matériaux de l'empierrement d'une route, attendant le rouleau compresseur. Au lieu de laves ce sont des boues (*moyas*) consolidées, superposées en strates, dont l'étendue et l'épaisseur dépendent de l'intensité des éruptions; elles recouvrent la pente des montagnes, occupent le fond des vallées, et, profondément coupées par des effets d'érosion, elles offrent, comme les laves, des lambeaux isolés sans liens avec leur point d'émission.

» La roche dominante, je pourrais dire la roche unique, des volcans de l'Équateur est le trachyte, que M. Bunsen, dans ses études sur l'Islande, divise en deux groupes : le trachyte normal, mélange de bisilicate d'alumine et de silicates alcalins; la roche pyroxénique normale, réunion

de silicates basiques d'alumine et de fer mêlés à la chaux, à la magnésie, à la potasse, à la soude.

» D'après de nombreuses analyses, le trachyte est une roches très-acide, relativement à la roche pyroxénique : la première contient 76 à 77 de silice, la seconde 48 à 49.

» L'obsidienne noire d'Islande a la composition du trachyte normal, de même que l'obsidienne incolore du Puracé analysée par M. Joseph Boussingault. Dans des recherches qui me sont communes avec M. Damour, nous avons trouvé et dosé le chlore dans plusieurs obsidiennes où probablement il forme un chlorure alcalin. Au reste, les trachytes du Chimborazo, de l'Antisana, les pierres ponces donnent, quand on les chauffe au rouge, de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique.

» Si j'ai autant insisté sur la nature des roches, sur les substances qu'on y rencontre à côté des espèces minérales qui les constituent, c'est pour établir que dans le gneiss, la syénite, le grunstein porphyrique en relation soit avec le trachyte, soit avec les roches pyroxéniques, il existe des chlorures et des sulfates alcalins que l'eau peut dissoudre en les pénétrant, ainsi que le prouvent les thermes et les salines iodifères répartis dans les divers groupes des terrains cristallins; les laves même en contiennent à leur sortie des cratères ; il convient d'y ajouter le chlorhydrate d'ammoniaque.

» Pour la question que je traite en ce moment, peu importe que le chlorure de sodium ait été apporté par l'eau des mers; que les sulfates préexistent ou qu'ils soient dus à l'action du soufre sur les éléments du trachyte: je n'ai pas à discuter si les sulfates dérivent du soufre ou le soufre des sulfates. Ce que j'admets ne saurait être contesté, c'est que dans un foyer volcanique des sels alcalins, de la vapeur aqueuse, des roches à silicates acides sont en contact à une température élevée. Ces conditions étant posées, je me borne à rechercher comment il arrive que de l'acide chlorhydrique libre, de l'acide sulfurique libre soient élaborés en quantités assez fortes pour acidifier des sources thermales issues des volcans et qui communiquent leur acidité à de volumineux cours d'eau.

» La formation de l'acide chlorhydrique dans un foyer où un chlorure est en présence d'un trachyte et de la vapeur aqueuse est la conséquence de ce fait découvert par Gay-Lussac et Thenard : que le sel marin mélangé à de la silice est décomposé au rouge par l'eau en vapeur, le chlore uni au sodium

étant éliminé à l'état de gaz chlorhydrique. Si la vapeur n'est pas condensée, elle donnera de ces jets continus chargés d'acide que l'on voit sortir de certains cratères. Si, au contraire, la vapeur est liquéfiée, on aura de l'eau chaude acide, un therme semblable à ceux du Puracé et du Ruiz. Toutefois les eaux thermales issues de ces volcans ne renferment pas uniquement de l'acide chlorhydrique libre, il s'y trouve aussi de l'acide sulfurique libre dont la présence n'est pas aussi facile à expliquer quand on renonce à l'attribuer à la combustion lente de l'acide sulfhydrique des solfatares, exigeant d'ailleurs l'intervention de l'atmosphère et ne donnant, en réalité, que des quantités d'acide insignifiantes, si l'on compare cette production à celle de l'intérieur des volcans, puisqu'un seul cours d'eau, le Rio Vinagre entraîne chaque jour des milliers de kilogrammes d'acide sulfurique.

» Sans doute, des sulfates alcalins, ainsi que des chlorures, existent dans les trachytes, dans les roches pyroxéniques; mais, comme oxysels, ils ne se comportent pas, au rouge, avec la silice et la vapeur d'eau, à la manière des sels halloïdes. En les fondant avec des matières siliceuses, on les vitrifie, les bases forment des silicates; l'acide sulfurique est expulsé, dissocié en acide sulfureux et en gaz oxygéné: la décomposition exige une forte chaleur, elle est rarement complète. Aussi Pelouze a-t-il toujours rencontré du sulfate de soude dans les produits de la verrerie fabriqués avec ce sel; cependant j'ai trouvé qu'à une très-haute température les sulfates alcalins et terreux sont détruits sans le concours de la silice. La décomposition des sulfates de baryte, de potasse, de soude demande un degré de chaleur approchant de celui de la fusion du fer, et, nécessairement, leur acide est dissocié; par conséquent, dans le cas où un sulfate viendrait à être vitrifié dans un foyer volcanique, ce ne serait pas de l'acide sulfurique qui s'en dégagerait, mais ses éléments, du gaz acide sulfureux et du gaz oxygène qu'absorberait vraisemblablement l'oxyde ferreux contenu dans les roches. Cette décomposition, cette dissociation de l'acide sulfurique, dans la condition que je viens d'indiquer pourrait bien être l'origine du gaz acide sulfureux observé dans les cratères, dans les fumerolles où l'on ne voit pas brûler le soufre.

» Il resterait à savoir si, dans les volcans, la chaleur est assez forte pour vitrifier les sulfates. Malheureusement sur ce point on manque de renseignements; les récits des voyageurs sont insuffisants ou empreints d'exagération : des cataractes, des torrents de feu, des millions de pierres échauffées

au rouge, des laves liquéfiées brillant d'un éclat comparable à la lumière du Soleil. Ce qu'il y a de vague dans ces expressions tient à ce que les géologues ne sont pas tous familiarisés avec la notion qui permet au chimiste, au métallurgiste de juger approximativement les hautes températures par « la couleur du feu ».

» Dans la limite de mes observations, les blocs de trachytes, les cendres expulsées par les bouches ignivomes seraient ordinairement au rouge-cerise. Il est vrai, et je m'empresse de le faire remarquer, que les matières rejetées ne conservent pas la température qu'elles possédaient avant leur projection; toujours est-il que l'état où elles se trouvent à leur sortie du volcan permet d'estimer l'intensité de la chaleur à laquelle elles ont été soumises. Ainsi les arêtes vives des fragments de trachyte sont évidemment la preuve que cette roche n'a pas été exposée à un feu capable d'en opérer la fusion. La transparence, l'éclat vitreux des obsidiennes que l'on ramasse au pied du Puracé, ou que l'on observe en gisements importants à Siccipamba, près du Cotopaxi, indiquent que l'incandescence de ce minéral n'a pas atteint le rouge-cerise vif, et à plus forte raison le rouge-orange, parce qu'aux températures où ces nuances se manifestent, l'obsidienne éprouve un changement d'aspect très-prononcé.

» Sur la pente du Pasto j'ai ramassé des obsidiennes boursouflées; elles avaient par conséquent été chauffées au rouge-orange, c'est-à-dire à 1200 degrés, mais non pas à une température supérieure, parce qu'au rouge blanc une obsidienne tuméfiée fond en un verre homogène et transparent.

» Du peu de fluidité de certaines laves il ne faudrait pas en déduire que leur température n'a pas été très-élevée. Au reste, on a été bien informé sur le degré de chaleur qu'elles peuvent acquérir par un chimiste illustre qui connaissait bien la « couleur du feu ». Sir H. Davy, lors des éruptions du Vésuve, de 1819 et 1820, vit au point d'émission la lave couler au rouge blanc, température égale, sinon supérieure à celle de la fusion de la fonte de fer. En rapprochant cette indication précise des observations faites sur l'état des obsidiennes sorties du Puracé et du Pasto, on est autorisé à croire que, dans un volcan, la chaleur est, dans certains cas, assez intense, et dans d'autres cas insuffisante pour opérer la vitrification des sulfates par la silice des trachytes ou des roches pyroxéniques. Dans les conditions de vitrification, il est clair que l'acide sulfurique étant dissocié ne saurait être éliminé en nature; pour qu'il en soit

ainsi, il faudrait que la décomposition des sulfates ait lieu à un degré de chaleur inférieur, ou tout au plus limite du degré auquel commence la dissociation.

» La concomitance des acides chlorhydrique et sulfurique libres dans les eaux thermales émanant des volcans fait supposer que la décomposition des sulfates est solidaire de la décomposition des chlorures; et comme ces derniers sels, quand ils se trouvent en contact avec de la silice, au rouge, les éléments de l'eau intervenant, donnent du gaz chlorhydrique, on pouvait admettre que cet acide en passant sur le mélange salin renfermé dans les roches volcaniques agirait sur les sulfates et en expulserait de l'acide sulfurique échappé à la dissociation.

» A ces suppositions on devait naturellement objecter que le gaz chlorhydrique n'attaque pas les sulfates alcalins quand ils ne sont pas dissous. Cela est vrai, à froid; cependant il n'était pas invraisemblable qu'il en fût autrement au rouge, d'autant mieux que, à une haute température, ces sulfates, y compris le sulfate de baryte, abandonnent leur acide, et que, par conséquent, une atténuation dans l'affinité pouvait favoriser la réaction et faire que l'acide chlorhydrique transformât les sulfates en chlorure à une température bien inférieure à celle qu'exige leur décomposition. C'est en effet ce qui arrive, ainsi que l'établissent des expériences dont je présenterai ici les principaux résultats.

» Les sulfates étaient exposés à un courant soutenu de gaz chlorhydrique dans un tube en platine maintenu à une chaleur comprise entre le rouge obscur et le rouge-cerise. Les gaz, les vapeurs, en sortant du tube, traversaient de l'eau contenue dans un laveur.

			Calculé.
I.	Sulfate de baryte..........	0,487 gr	
	Chlorure de baryum obtenu..	0,431	0,434 gr
II.	Sulfate de strontiane........	0,480	
	Chlorure obtenu...........	0,411	0,4147
III.	Sulfate de strontiane........	0,375	
	Chlorure obtenu..........	0,323	0,324
IV.	Sulfate de chaux...........	0,600	
	Chlorure obtenu...........	0,490	0,4897
V.	Sulfate de soude...........	0,389	
	Chlorure obtenu...........	0,309	0,320

» La notable différence entre le poids du chlorure de sodium obtenu

et le poids du chlorure calculé s'est généralement manifestée lorsqu'on opérait sur des sulfates alcalins, sans doute parce que du chlorure était volatilisé dans le courant de gaz chlorhydrique.

» Dans toutes les expériences, on a constaté l'absence de sulfate dans les chlorures retirés de l'appareil et la présence constante de l'acide sulfurique dans l'eau que les gaz et les vapeurs avaient traversée en sortant du tube. En dosant cet acide, j'ai été frappé de sa résistance à la décomposition dans les conditions où l'on opérait : lorsque la vapeur de l'acide sulfurique monohydraté se trouvait mêlée à un volume considérable de gaz chlorhydrique et de vapeur aqueuse; car on sait avec quelle facilité cet acide est dissocié quand il est isolé.

» Ainsi, dans l'expérience IV, $0^{gr},600$ de sulfate de chaux renfermant $0^{gr},353$ d'acide sulfurique ont été transformés par le courant de gaz chlorhydrique en $0^{gr},490$ de chlorure de calcium, ce que la théorie indiquait, et de l'eau du laveur on a retiré $0^{gr},2475$ d'acide sulfurique, précisément les $\frac{7}{10}$ de l'acide contenu dans le sulfate de chaux.

» Je rapporterai une autre observation : $0^{gr},500$ de sulfate de potasse dans lesquels il entrait $0^{gr},230$ d'acide sulfurique, ont été soumis, au rouge, pendant deux heures, à un courant de gaz chlorhydrique. Après l'opération, on s'assura qu'il ne restait que des traces de sulfate dans le mélange.

» Dans l'eau du laveur, on dosa $0^{gr},212$ d'acide sulfurique, les $\frac{9}{10}$ de l'acide contenu dans les $0^{gr},500$ de sulfate de potasse.

» On trouvera dans mon Mémoire plusieurs expériences établissant que les sulfates alcalin et terreux exposés au rouge à un courant de gaz chlorhydrique sont transformés en chlorures et qu'une très-forte fraction de leur acide est entraînée sans avoir été dissociée.

» J'ai admis que dans les volcans de l'acide chlorhydrique peut être produit par l'action des roches siliceuses sur les chlorures, avec le concours des éléments de l'eau. Il convenait cependant de savoir si la silice engagée dans le trachyte, dans le pyroxène, dans le feldspath se comportait comme la silice pure que Gay-Lussac et Thenard avaient employée dans leur mémorable expérience. J'ai institué à ce sujet des recherches dont je puis résumer ainsi les résultats :

Dans des conditions exactement semblables et le chlorure de sodium décomposé par la silice étant.	1,00
On a pour le trachyte vitreux	0,83
Pour le feldspath	0,41

Ainsi le feldspath, beaucoup moins siliceux, moins acide que le trachyte vitreux, a réagi moins énergiquement sur le chlorure de sodium.

» De ces faits il est permis de conclure qu'une roche trachytique, mêlée à des chlorures et à des sulfates alcalins ou terreux, produirait au rouge-cerise, par l'intervention de l'eau, de l'acide chlorhydrique, lequel, agissant sur le sulfate, en éliminerait de l'acide sulfurique.

» Des mélanges de trachyte, de chlorure de sodium, de sulfate de soude, de sulfate de chaux, introduits dans un tube de platine chauffé au rouge et traversé par un courant de vapeur, ont réagi ainsi qu'on l'avait prévu. La vapeur condensée à la sortie du tube a fourni de l'eau renfermant de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique libres, comme une eau thermale acide.

» De l'ensemble de ces recherches il résulte que, à des températures comprises entre le rouge sombre et le rouge-cerise, en d'autres termes, entre 700 et 900 degrés, la vapeur d'eau, en agissant sur un mélange de chlorure et de sulfates alcalins ou terreux en contact avec une roche riche en silice, telle que le trachyte, développe de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique, dont une partie peut être entraînée en nature par le courant de gaz chlorhydrique et de vapeur aqueuse. A une température beaucoup plus élevée, celle de la liquéfaction des laves, à la chaleur blanche, c'est-à-dire à 1300 degrés, la silice, avec l'intervention de la vapeur d'eau, déterminera toujours une production de gaz chlorhydrique, mais le concours de ce gaz ne sera plus indispensable à la décomposition des sulfates mêlés aux chlorures, la roche siliceuse suffisant pour l'effectuer en vitrifiant leurs bases, et alors l'acide sulfurique sera dissocié en gaz oxygène et en gaz acide sulfureux.

» En résumé, la présence simultanée des chlorures et des sulfates dans les roches ignées permet d'expliquer la formation de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique dans les émanations des cratères, des fumerolles, et, par suite, l'apparition de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique libres dans les eaux thermales qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères équatoriales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Météorologie du mois de janvier 1874, à Tougourt.* Note de M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« De retour d'une première tournée d'inspection dans nos possessions algériennes, l'Académie me permettra, j'espère, d'appeler son attention sur quelques-uns des résultats scientifiques déjà obtenus.

» Grâce à l'excellent accueil que j'y ai reçu, grâce au concours sympathique que j'ai trouvé dans les autorités civiles et militaires, et, je puis dire, dans toute la population, j'ai pu, après avoir établi, avec l'aide des trois Commissions météorologiques d'Alger, d'Oran et de Constantine, un canevas météorologique général, me rendre d'abord dans l'extrême sud, et aller installer moi-même à Biskra et à Tougourt les appareils complets que je devais à l'énergique et intelligente initiative de M. le général de La Croix, naguère commandant la division de Constantine. Depuis deux mois, l'abri adopté par les Commissions départementales fonctionne dans ces deux stations, et il y protége une série d'instruments semblable à celle que j'ai installée à Montsouris dès 1869 et qui existe aujourd'hui dans plus de trente Observatoires situés en France.

» Un avenir prochain permettra, j'espère, de tirer un excellent parti, au double point de vue de la science pure et de ses applications à la culture et à la navigation, du réseau météorologique qui va ainsi s'établir dans les régions algériennes, dont on ignore à peu près entièrement les vraies conditions climatériques. Alors seulement nous pourrons donner quelques développements à ce sujet. Je voudrais, néanmoins, montrer que, dès maintenant, les deux stations du désert nous fournissent quelques enseignements précieux.

» Celle de Biskra est confiée au capitaine du génie Roshem (1), qui a apporté un soin minutieux à l'installation des appareils. La station de Tougourt, qui atteint presque le 33e degré de latitude, et dont je veux surtout parler ici, est placée sous l'intelligente direction de M. le Dr Audet, médecin aide-major de l'hôpital. J'ai trouvé à Tougourt un emplacement presque sans défauts, près du cercle; l'abri a, au sud, les palmiers du jardin; au nord, il est ouvert sur les abords de la grande place; il est suffisamment entouré de végétation et sensiblement à l'abri d'influences rayonnantes.

(1) Le capitaine Roshem est aujourd'hui remplacé à Biskra par le capitaine Péret, en qui j'ai déjà pu apprécier, à Batna, l'esprit d'observation et l'amour de la science. Ils sont tous deux parfaitement secondés par le garde du génie.

J'ai pensé que l'Académie me permettrait de mettre sous ses yeux les principaux résultats de ce premier mois de *bonnes* observations faites *avec suite* dans le désert.

» Voici quelques-unes des réflexions que peut suggérer la lecture de ce tableau, et qui, bien entendu, ne doivent encore s'appliquer qu'à ce mois de janvier.

» En ce qui touche les *moyennes* thermométriques diurnes ou mensuelles, on voit que la moyenne des trois heures d'observation, sous l'abri comme au thermomètre-fronde, dépasse de 0°,10 ou 0°,15 celle que l'on déduit des deux extrêmes, laquelle est déjà, comme on sait, légèrement supérieure à la moyenne vraie. Pour Paris nous pouvons, grâce aux vingt heures d'observations diurnes que j'ai fait faire pendant près de trois ans à Montsouris, conclure la faible correction à appliquer à une combinaison quelconque d'heures d'observation; et les dix-neuf observations diurnes que M. Renou fait, en ce moment, au Parc-Saint-Maur, avec un seul aide, nous donneront la même correction pour la campagne parisienne. En Afrique et dans le désert, il suffira d'avoir, de temps à autre, huit observations équidistantes pour obtenir, à peu de chose près, la faible correction dont il s'agit.

» L'écart entre la moyenne diurne la plus élevée (14°,50) et la moyenne diurne la plus faible (6°,11) a été de 8°,39. A Montsouris (1), l'écart des moyennes diurnes, pour le même mois, a été de 11°,95; au Parc-Saint-Maur, il a été de 11°,60.

» Les écarts absolus ont été :

A Tougourt....... (20°,8 et — 1°,6) = 21°,4.
A Montsouris..... (12°,7 et — 3°,6) = 16°,3.
Au Parc-Saint-Maur. (13°,0 et — 4°,1) = 17°,1.

» Ainsi l'écart des températures extrêmes a été plus grand et l'écart des moyennes diurnes plus faible à Tougourt qu'à Paris.

» A Tougourt, il y a eu sept jours de gelée : six de ces jours se concentrent entre le 8 et le 13, c'est-à-dire qu'ils jalonnent les *saints de glace* ou, pour parler plus exactement, l'oscillation mensuelle ou *dodécuple* de janvier, comme le froid du 11 du mois dernier a jalonné celle de février, et comme, dans quelques jours, le mois de mars subira une oscillation, dont le minimum tombera entre le 9 et le 13.

---

(1) *Comptes rendus*, 5 février 1874, p. 374 et 375.

DATES.	TEMPÉRATURE											TENSION DE LA VAPEU		
	SOUS L'ABRI.							A L'AIR LIBRE. (Thermomètre-fronde.)						
	Min.	Max.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	mill.	mill.	mill.
1	1.2	16.8	9.00	4.0	15.9	13.3	11.0	5.7	15.1	13.4	11.35	5,15	10,51	9,99
2	10.9	15.8	13.35	11.3	14.7	13.3	13.1	12.2	15.5	14.8	14.17	8,44	11,24	8,46
3	10.9	17.8	14.35	11.3	16.6	13.1	13.7	12.5	17.8	15.2	15.17	8,44	10,03	8,82
4	6 2	19.1	12,65	10.6	17.1	13.6	13.8	10.5	17.2	15.2	14.23	7,67	8,99	6,82
5	8.4	18.1	13.25	9.6	17.3	13.3	13.4	10.5	17.1	13.5	13.70	6,33	5,30	4,65
6	2.4	15.1	8.75	4.7	13.9	6.4	8.4	5.0	14.0	6.6	8.53	4,83	3,63	4,72
7	4.1	16.1	10.05	7.3	14.9	6.4	9.5	8.0	14.6	6.2	9.60	5,64	4,81	5,52
8	—0.7	15.3	7.30	2.1	12.4	7.5	7.3	2.0	12.9	7.2	7.33	3,48	4,53	4,26
9	—0.6	16.4	8.00	0.5	15.1	7.5	7.7	0.4	14.2	7.2	7.27	4,06	4,46	4,26
10	—1.2	15.1	6.95	0.3	12.5	5.3	6.0	0.4	12.4	5.4	6.06	4,16	5,37	5,27
11	—1.6	15.4	6.85	— 1.3	13.2	7.2	6.4	—1.4	12.2	8.0	6.27	"	5,17	4,74
12	—1.5	14.3	6.40	3.3	10.8	7.7	7.3	3.8	11.2	7.0	7.34	4,43	5,27	5,08
13	—0.4	15.6	7.60	0.5	13.8	7.1	7.2	0.8	14.9	7.0	7.63	3,01	5,92	5,74
14	0.4	16.2	8.30	3.3	15.7	8.7	9.2	3.6	11.9	9.0	8.16	4,99	8,09	6,64
15	1.4	17.3	9.35	5.5	16.1	11.5	11.0	5.8	15.8	12.0	11.20	6,06	8,29	9,28
16	3.0	14.9	8.95	6.9	15.2	11.5	11.2	7.1	15.[illegible]	12.1	11.40	6,96	9,74	8,56
17	6.2	15.1	10.15	8.2	14.1	12.1	11.5	8.6	14.0	12.6	11.73	7,96	11,06	9,67
18	7.8	15.5	11.65	9.5	14.1	14.1	12.6	9.2	14.6	12.4	12.06	6,27	6,87	9,51
19	8.2	17.9	13.05	5.3	16.1	10.4	10.6	6.0	16.9	10.6	11.17	5,38	6,44	7,29
20	4.9	18.8	11.85	7.4	17.1	14.0	12.8	7.6	17.8	14.2	13.20	5,56	6,64	7,05
21	5.2	20.5	12.85	6.3	17.6	11.9	11.9	1.5	18.5	12.0	12.33	6,31	7,91	7,13
22	4.7	18.8	11.75	5.5	16.3	10.1	10.6	5.8	10.8	10.9	9.17	5,46	7,13	6,68
23	3.8	20.1	11.95	4.4	18.1	11.8	11.4	4.9	18.0	12.0	11.63	5,71	7,47	6,64
24	3.0	18.9	10.95	3.7	16.2	10.1	10.0	3.8	16.0	9.9	9 90	3,53	9,15	7,25
25	1.6	17.2	8.95	2.3	15.7	8.9	9.0	2.0	15.5	10.0	9.17	4,76	8,54	7,76
26	1.9	15.8	8.85	6.1	15.1	11.4	10.9	6.0	15.1	11.1	10.70	6,43	7,85	8,34
27	5.8	17.3	11.55	3.9	15.6	9.3	9.6	4.0	16.0	9.5	9.83	5,13	8,99	6,39
28	2.7	18.0	10.35	2.1	15.6	9.8	9.2	2.1	16.0	9.3	9.13	4,70	6,08	5,00
29	2.2	17.3	9.75	3.3	15.9	7.6	8.9	3.4	15.8	7.9	9.03	5,03	6,38	6,54
30	0.2	12.8	5.96	1.6	13.0	6.8	7,1	1.3	12.5	5.7	6.84	3,73	4,83	4,18
31	—1.4	12.5	6.15	0.8	11.9	7.8	6.8	—0.8	11.8	8.0	6.33	2,72	4,40	5,52
Tot.	79.9	516.8	306.85	150.3	467.8	309.5	309.1	157.3	461.1	317.9	311.63	162,83	221,64	207,76
Moy.	2.2	17.3	9.90	4.9	15.0	10.0	10.0	5.07	14.87	10.25	10.06	5,43	7,15	6,70

MIDITÉ RELATIVE.			VENTS. DIRECTION.			VENTS. INTENSITÉ. (0 à 7.)			PLUIE. — millimètres.	REMARQUES DIVERSES.
1 h. s.	7 h. s.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	7 h.m.	1 h. s.	7 h. s.		
78	88	84	N	NE	NE	5	1	1	//	Couvert le matin, beau le soir.
91	75	84	NE	NE	NE	5	5	5	0,2	Couvert la journée, vent fort, pluie fine avant 7 h. matin.
72	79	79	NE	NE	NE	5	5	5	//	Couvert, vent et sable.
63	58	67	NE	NE	N	1	1	5	//	Couvert toute la journée.
35	40	48	NO	NNO	NO	5	5	5	//	Couvert la journée. Vent et sable. Calme le soir, 8 h.
30	66	57	NO	NO	ONO	1	0	1	//	Beau.
37	77	62	NO	NO	NNO	0	1	1	//	Beau.
42	55	53	NO	NO	NO	1	0	0	//	Beau.
34	55	58	NO	NO	NO	0	1	0	//	Beau.
50	79	73	NO	NO	NO	1	0	0	//	Beau.
46	62	//	NO	NO	SE	1	0	0	//	Beau.
55	65	66	SO	NO	N	1	1	0	Qq. gttes.	Quelques nuages. Pluie fine.
50	77	67	NNO	NO	NO	1	0	0	//	Beau.
60	85	75	NNO	NO	NO	1	0	3	Qq. gttes.	Beau le matin, couvert le soir, pluie.
61	93	81	NE	E	NE	1	1	1	1,4	Nuages, pluie le soir à 5 heures.
75	85	85	NE	E	NE	2	1	1	0,2	Nuages, pluie dans la nuit du 16 au 17.
91	93	95	NO	NE	NE	0	0	3	1,8	Couvert le matin, fort orage partant de E. (à 8 1/4 matin).
57	80	69	NNE	NE	NO	0	0	1	//	Couvert la journée, le soir éclairs S.-E. lointains.
46	77	68	NE	NO	NO	1	4	4	Qq. gttes.	Qq. nuages le matin, le soir couv., pluie fine sans durée.
46	59	59	NO	NNO	NNO	3	4	3	//	Couvert la journée. Beau le soir.
53	69	70	NNO	N	N	1	2	0	//	Matin nuages, à 1 heure beau. Soir nuages.
52	72	68	NO	NNO	NO	0	0	0	//	Beau.
48	64	68	NNE	NO	NO	0	0	0	//	Beau.
66	79	79	NO	NO	NO	0	0	0	//	Matin beau, 1 h. nuages. Soir couvert.
64	92	82	NO	NO	NO	0	0	1	//	Couvert.
61	70	74	NO	NE	NE	0	3	1	//	Beau.
68	73	75	NNO	NO	N	1	1	0	//	Beau.
46	55	63	NE	N	NO	0	0	0	//	Beau la journée, le soir nuages.
47	84	75	NO	NE	NE	0	0	3	//	Beau.
42	56	57	ENE	E	E	0	0	0	//	Beau.
41	70	56	ENE	ENE	E	0	1	0	//	Le matin beau; de 1 h. jusqu'au soir, couvert.
1707	2227	2097	//	//	//	//	//	//	3,6	
55	72	70	//	//	//	//	//	//	//	

» Les variations de l'état hygrométrique de l'air offrent aussi de l'intérêt. Les tensions extrêmes ont varié, en effet, considérablement (de $2^{mm},72$ à $11^{mm},56$), et l'humidité relative a oscillé entre 30 et 100. Au Parc-Saint-Maur, ces deux extrêmes ont oscillé, pour la tension, entre $3^{mm},37$ et $10^{mm},75$, et, pour l'humidité relative, entre 56 et 100.

» Les moyennes diurnes ont varié de $4^{mm},09$ à $9^{mm},38$ et de 48 à 95 centièmes, tandis qu'à Montsouris les deux variations sont comprises, l'une entre $3^{mm},7$ et $8^{mm},6$, l'autre entre 74 et 98 centièmes.

» La tension mensuelle moyenne à Tougourt, en janvier 1874, a été de $6^{mm},47$, et l'humidité relative moyenne de 70. Les nombres analogues, pour le même mois, sont, à Montsouris, $5^{mm},35$ et 91; au Parc-Saint-Maur, $5^{mm},75$ et 91.

» A Paris, le vent a varié presque uniquement du sud-est à l'ouest-sud-ouest par le sud, tandis qu'à Tougourt il n'a guère varié que de l'est-nord-est à l'ouest-nord-ouest par le nord. Il n'y a donc, pour ainsi dire, pas eu une seule direction commune aux deux stations.

» De part et d'autre, la plus grande intensité du vent s'est manifestée dans les premiers jours du mois de mars; mais, à Montsouris, on signale, les 2, 3 et 4, d'assez fortes brises de sud-sud-ouest et d'ouest-sud-ouest, tandis qu'à Tougourt les cinq premiers jours du mois présentent de très-forts vents du nord-est au nord-ouest, par le nord.

» A Tougourt, il n'est tombé, dans tout le mois, que $3^{mm},6$ de pluie. A Montsouris, on en a reçu 24 millimètres et $22^{mm},8$ au Parc-Saint-Maur.

» L'observation de la pression atmosphérique est la plus instructive. En effet, grâce au judicieux choix d'heures fait par la Commission météorologique de Constantine, nous connaîtrons, avant peu, avec une assez grande exactitude, l'étendue de la semi-oscillation barométrique de la journée (on sait que la semi-oscillation nocturne est toujours plus faible). Dans le petit tableau suivant, j'ai réuni les différences barométriques entre 10 heures du matin et 4 heures du soir, pour tout le mois de janvier à Tougourt, et les mêmes différences, du 16 décembre 1873 au 3 janvier 1874, pour Biskra, les seules que je possède encore pour cette dernière station.

Tougourt, janvier 1874.

Dates.	Différ.	Dates.	Différ.	Dates.	Différ.
	mm		mm		mm
1...	−0,73	12...	−2,35	23...	−1,88
2...	−1,69	13...	−0,96	24...	−2,66
3...	−3,68	14...	−1,70	25...	−0,48
4...	−1,03	15...	−2,29	26...	−2,30
5...	+1,47	16...	−2,33	27...	−4,57
6...	−3,02	17...	−1,09	28...	−0,28
7...	−0,07	18...	−2,13	29...	−2,43
8...	−1,79	19...	−1,42	30...	−6,43
9...	−1,30	20...	−0,07	31..	−0,31
10...	−2,89	21...	−2,28		
11...	−3,93	22...	−2,39		
		Moyenne...	$-1^{mm},90$		

Biskra.

Dates.	Différ.	Dates.	Différ.
			mm
Décembre 1873.		26...	−1,02
16...	−1,55	27...	−3,00
17...	−3,20	28...	−3,67
18...	−0,61	29...	−1,97
19...	−1,99	30...	−0,62
20...	−2,85	31...	−2,82
21...	−2,46	*Janvier* 1874.	
22...	−1,57	1...	−1,24
23...	−2,07	2...	−2,07
24...	−1,05	3...	−2,57
25...	−1,66		
Moyenne...	$2^{mm},00$		

» On voit que, des deux côtés, la différence moyenne est sensiblement de 2 millimètres; et, comme cette différence donne manifestement un minimum pour l'oscillation diurne, il en résulte que cette oscillation semble atteindre, au moins en hiver, dans les régions désertes qui séparent Biskra de Tougourt, une étendue presque égale à celle qu'elle atteint sous les tropiques : résultat assurément fort intéressant, et dont il faudra tenir compte dans la discussion des observations barométriques simultanées.

» On remarque, d'ailleurs, une assez grande différence dans la tenue barométrique des deux stations.

» Pour les dix-neuf jours de Biskra, le mouvement est toujours dans le même sens et ne varie que de $0^{mm},61$ à $3^{mm},67$.

» Dans les trente et un jours de Tougourt, un (le 5 janvier, jour de très-fort vent de nord-ouest et d'humidité relative minima) présente une différence négative : la pression est, à 4 heures de soir, plus élevée de $1^{mm},47$ qu'à 10 heures du matin. Un autre (le 30, jour de vent d'est ou de calme, et minimum thermométrique) présente l'énorme différence de $6^{mm},43$.

» Sans vouloir tirer des conclusions absolues de ces observations, encore trop peu nombreuses, on voit quelle riche moisson de faits et de déductions originales ces nouvelles stations, qui vont, je l'espère, être suivies d'un grand nombre d'autres, sont destinées à fournir aux météorologistes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances solaires, pendant le dernier trimestre de l'année* 1873. *Résultats fournis par l'emploi des réseaux, au lieu de prismes, dans les observations spectrales des protubérances.* Lettre du P. A. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, le 24 février 1874.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les tableaux (p. 608) qui résument les observations des protubérances solaires pendant le dernier trimestre de l'année 1873, du 2 octobre au 26 décembre.

» Dans cet intervalle, le Soleil a continué à présenter une faible activité; on n'a observé de recrudescences que pendant de très-courts intervalles. Les détails de ces variations sont mentionnés dans la publication mensuelle de notre Observatoire, et je m'abstiendrai de les rapporter ici. Je dirai seulement que, pendant l'année, on a fait une attention soutenue à plusieurs particularités dont les résultats me paraissent intéressants et que je vais résumer.

» 1° On a soigneusement observé la structure des taches spirales, et l'on en a constaté une demi-douzaine. En traçant sur les figures la ligne tangente aux spires, on a vérifié la rotation, mais jamais pendant plus de deux jours; le troisième jour, ou bien la spirale s'était évanouie, ou bien elle avait rebroussé chemin, comme on l'a constaté dans le mois de décembre. Nous avons alors été convaincus qu'il n'y a pas là une véritable circulation persistante, mais plutôt des phases qui dépendent des actions violentes dues aux éruptions.

» 2° La coexistence des taches avec les éruptions, sur les bords du Soleil, a été vérifiée quatre-vingt-neuf fois; huit fois seulement, des taches ont été vues aux bords sans éruption. Dans les cas où ce phénomène s'est produit à l'est, les taches se sont fermées deux ou trois jours après. Voici les nombres, pour chaque mois, des éruptions les plus belles qui ont accompagné les taches.

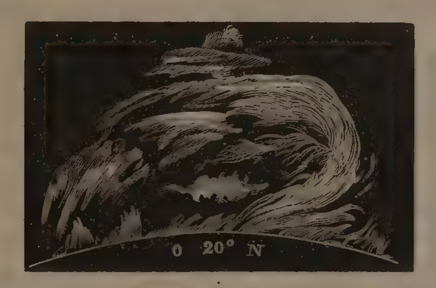
		En coïncidence.	Opposées.
1872.	Décembre	4	0
1873.	Janvier	11	3
	Février	4	1
	Mars	9	0
	Avril	5	2
	Mai	7	0
	Juin	5	1
1873.	Juillet	10	1
	Août	11	0
	Septembre	12	0
	Octobre	3	0
	Novembre	3	0
	Décembre	3	0

» Pour ce qui est des coïncidences, on a noté cinq fois une facule simple,

vive, paraissant le jour qui suivait l'éruption; mais la facule s'est ensuite transformée en tache, avec un point central.

» 3° Les raies renversées qui ont été observées dans les éruptions sont la raie B-C (1), les raies D', D'', les raies *b* du magnésium, un grand nombre des raies du fer, outre les raies ordinaires de l'hydrogène et la raie D_3. Le 17 juillet, nous avons vu, en outre, se manifester plusieurs raies brillantes entre la raie 950 et la raie 980 K, à l'occasion d'une éruption dans laquelle la raie D_3 était très-vive et très-haute; ces lignes se sont présentées deux autres fois, dans des circonstances pareilles. Ces nouvelles raies paraissent plutôt en relation avec la raie D_3 qu'avec les autres raies métalliques.

» 4° Le mouvement spiral, assez rare dans les taches, a été constaté plusieurs fois dans les protubérances; mais on a vu souvent une rotation autour d'un axe horizontal. Je reproduis ici la figure de l'éruption obser-



vée le 22 janvier, à $2^h\ 33^m$, en présence de MM. Tacchini et Rutherfurd, de New-York; le dessin en a été fait par M. Tacchini, à notre Observatoire. La position était O. 20 degrés N.

» La forme de la protubérance est celle d'un jet lancé avec une énorme vitesse, et rebroussé avec violence par un courant supérieur, qui le replie en bas, produisant ainsi une structure tourbillonnante; parmi les masses suspendues à l'intérieur de la spire, ou détachées de ses extrémités, les unes retombaient sur le globe; d'autres se soulevaient en forme de nuages. On remarquait une masse suspendue à l'intérieur, qui lançait des jets en haut et en bas. Les masses les plus vives disparurent en moins d'une demi-heure; la hauteur totale était de 144 secondes. Le magnésium était lancé, par intervalles, à une hauteur d'une minute; un grand nombre des raies ordinaires était renversé.

---

(1) C'est la raie intermédiaire entre B et C, à 0,45 de C.

TABLEAU A.

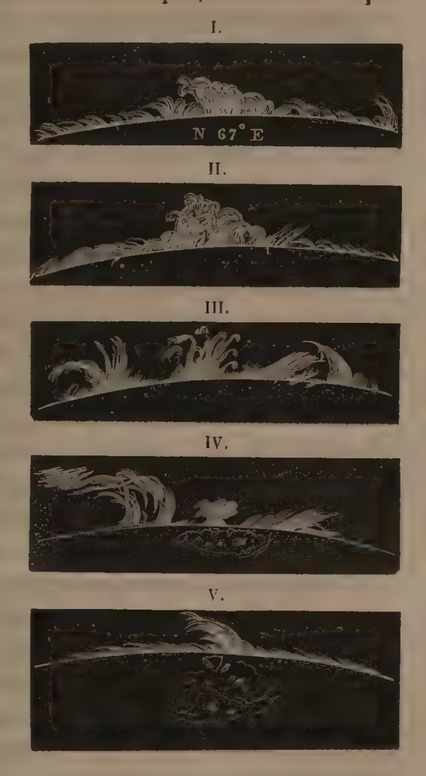
ROTATIONS 1873.	COMMENCEMENT.	FIN.	NOMBRE des protubérances.	SOMME d'observations.	MOYENNE diurne.
XXXIII...	3 octobre....	31 octobre...	89	14	6,3
XXXIV...........	1 novembre.	27 novembre.	98	13	7,5
XXXV............	28 novembre.	25 décembre..	120	15	8,0

TABLEAU B. — *Résumé des observations des protubérances solaires du 3 octobre au 26 décembre 1873.*

ROTATIONS.	HÉMISPHÈRE NORD.									HÉMISPHÈRE SUD.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Nombre général des protubérances.																		
Rotat. XXXIII...	"	"	"	9	3	13	12	11	10	8	7	3	4	3	3	1	1	1
» XXXIV...	"	1	2	3	7	8	8	14	10	12	11	4	12	3	1	"	1	1
» XXXV....	"	"	2	7	3	13	15	9	14	15	15	11	8	5	1	2	"	"
Totaux........	"	1	4	19	13	34	35	34	34	35	33	18	24	11	5	3	2	2
Nombre des protubérances au-dessus 64″.																		
Rotat. XXXIII...	"	"	"	1	1	5	3	1	1	"	2	"	"	"	"	"	"	"
» XXXIV...	"	"	"	1	1	"	1	1	"	"	2	"	"	"	"	"	"	"
» XXXV....	"	"	"	1	"	7	3	3	5	"	3	1	"	"	"	"	"	"
Totaux........	"	"	"	3	2	12	7	5	6	"	7	1	"	"	"	"	"	"
Hauteur des protubérances. (Unité 8″).																		
Rotat. XXXIII...	"	"	"	5,5	5,7	6,5	6,3	5,7	5,3	5,5	6,3	5,3	4,8	4,7	3,6	4,0	5,0	4,0
» XXXIV...	"	5,0	5,0	5,0	5,3	4,7	5,0	5,6	5,0	4,8	5,4	4,3	4,9	6,7	4,0	"	4,0	4,0
» XXXV....	"	"	4,5	3,5	4,5	9,1	7,6	7,1	6,0	4,8	5,8	5,6	4,5	4,1	4,0	3,5	"	"
Moyennes.....	"	5,0	4,7	5,3	5,2	6,8	6,3	6,1	5,4	5,0	5,8	5,1	4,7	5,2	3,9	3,7	4,5	4,0
Largeur. (Unité 16″).																		
Rotat. XXXIII...	"	"	"	5,9	7,0	6,9	6,6	6,1	6,9	6,6	7,2	5,5	8,7	5,3	7,2	"	4,0	3,0
» XXXIV...	"	6,0	9,0	7,7	4,5	5,5	7,4	7,8	7,9	6,2	8,9	4,5	6,9	6,7	10,0	"	3,0	5,0
» XXXV....	"	"	6,5	6,3	5,2	9,0	8,0	7,8	6,7	7,5	7,2	6,1	6,6	8,3	3,0	"	"	"
Moyennes.....	"	6,0	7,7	6,6	5,6	7,3	7,7	7,3	7,2	6,8	7,8	5,4	7,7	6,8	6,1	"	3,5	4,0
Aire moyenne. (Unité 8″ × 16″).																		
Rotat. XXXIII...	"	"	15	43	38	50	46	36	38	33	50	27	21	23	26	"	20	28
» XXXIV...	"	20	44	38	35	31	39	45	34	31	44	23	34	45	40	"	12	20
» XXXV....	"	"	31	39	25	79	62	43	41	37	45	39	29	33	19	"	"	"
Totaux........	"	20	30	40	33	53	49	41	37	34	46	30	28	34	28	"	16	24
Étendue des facules en degrés de la circonférence.																		
Rotat. XXXIII...	"	"	3,0	2,0	"	5,0	8,1	7,4	6,2	6,2	5,7	7,7	8,7	6,3	"	"	"	"
» XXXIV...	"	"	2,0	3,0	"	4,0	5,1	7,5	8,1	7,7	7,0	5,6	2,0	"	"	"	"	"
» XXXV....	"	"	"	"	10,0	3,5	6,3	7,4	5,8	5,7	7,8	4,2	3,0	"	"	"	"	"
Moyennes.....	"	"	2,5	2,5	10,0	4,1	6,5	7,4	6,7	6,5	6,8	5,8	4,6	6,3	"	"	"	"

» La forme tourbillonnante de l'éruption paraît prouver que le soulèvement de la matière se fait plutôt par impulsion que par une aspiration provenant d'une action de la couche supérieure ; ici, en effet, cette couche paraît plutôt contrarier les mouvements d'ascension, qui se font mécaniquement, tandis qu'elle permet l'ascension des masses à l'état de diffusion.

» Comme l'éruption se produisait à l'ouest du disque, nous n'avons pas pu constater de taches, mais la région correspondante, dans la réapparition qui eut lieu quatorze jours après, était parsemée de taches en dissolution et de facules qui s'étaient formées peut-être à cette occasion et qui s'étaient dissoutes dans l'intervalle.



» 5° Le jour suivant, 23 janvier 1874, nous avons eu l'occasion de faire une observation importante, que je vais rapporter en détail.

» Le 23 janvier, à 9 heures du matin, le P. Ferrari, mon assistant, fit, comme d'ordinaire, le dessin du Soleil à l'équatorial de Cauchoix, à 243 millimètres de diamètre en projection. Au bord oriental, entre 50 à 90 degrés à partir du nord vrai, on n'observa rien de remarquable, et l'on marqua, en d'autres points, des détails très-petits. En faisant le dessin des protubérances au spectroscope, je trouvai une belle masse brillante à 67 degrés, du nord vers l'est; en examinant la projection du chercheur, je n'observai pas trace de taches ni de facules. L'éruption était très-vive; on voyait un bouillonnement comme celui d'une masse de fer en ébullition ; j'en fis le dessin (n° I). On voyait renversées les raies B-C, D', D'', celles du magnésium, un grand nombre de celles du fer, et d'autres raies dans le vert. La base de l'éruption était évidemment cachée et l'on n'apercevait que le sommet. Elle présentait des variations rapides; j'en fis de nouveau le dessin à $12^h 10^m$ (n° II). A $1^h 59^m$, l'effet était tout différent : la masse centrale était formée de jets roides très-vifs,

enchevêtrés au sommet ; elle était flanquée de deux autres éruptions latérales, moins vives, en forme de flammes (n° III).

» Alors, en observant la projection du chercheur, il me sembla voir des traces de points noirs ; afin de les mieux constater, je me transportai à l'équatorial de Cauchoix, pour en faire le dessin. A $2^h\ 15^m$, je trouvai, en effet, une tache très-nette, formée de quatre points noirs, alignés en arc et environnés d'une belle facule ; leur distance au bord était de 3 millimètres environ. Ils n'auraient certainement pu échapper le matin ni au P. Ferrari ni à moi (n° IV). Je revins alors au spectroscope : les protubérances étaient changées comme l'indique la figure. Le jour suivant, par la rotation, la tache s'avança comme l'indique la figure n° V.

» De ces détails, il résulte évidemment que la tache s'était formée sous nos yeux pendant le temps de notre observation, puisqu'elle n'aurait pu nous échapper le matin. On ne peut pas dire qu'elle soit devenue visible par la rotation de l'astre, qui n'avait tourné, dans l'intervalle, que de 3 degrés à peine et n'avait pu la porter à l'intérieur du bord que d'une fraction de millimètre. Je ne dépasserai donc pas la limite des faits en disant que cette tache a été le produit d'une éruption qui, commencée d'une manière tumultueuse le matin, comme cela arrive fréquemment, a formé, en se développant, les jets dont nous apercevions les sommets, et que la matière de l'éruption, retombant ensuite sur le Soleil et s'interposant entre l'observateur et la photosphère, a produit la tache. Cette observation confirme donc notre théorie et jette une grande lumière sur ces phénomènes.

» Cette même observation explique pourquoi on peut voir les raies renversées de l'hydrogène ; des protubérances extérieures se prolongent jusqu'au noyau des taches, ainsi que je l'ai constaté le 21 avril 1869 (1), et plusieurs ensuite dans d'autres circonstances. Dans ces cas, on voit le jet qui, partant d'un point du noyau, se projette sur la photosphère, surpasser en intensité lumineuse la photosphère elle-même. On comprend alors pourquoi, le matin, nous ne voyions pas la base des jets, mais seulement leur sommet bouillonnant : peut-être aurions-nous pu voir la base ellemême, en employant la fente étroite, sous la forme d'une ligne brillante, pénétrant à l'intérieur du disque ; mais on ne songea point à opérer de cette manière.

» Enfin l'observation que je viens de rapporter laisse sans doute encore

---

(1) Voir mon Mémoire sur les spectres solaires dans les *Atti della Soc. italiana*, sér. III, t. II, p. 1.

sans solution la question, aujourd'hui controversée, de savoir si la matière des protubérances monte par aspiration ou par impulsion; mais les observations du jour précédent et les tourbillons à axe horizontal, très-fréquents dans les protubérances, prouvent que la couche supérieure, au lieu de favoriser l'ascension par une action d'aspiration, la contrarie au contraire par sa résistance; elle ne paraît pas être, comme on l'a prétendu, le siége de puissants tourbillons qui soulèveraient la chromosphère. Une pareille puissance serait d'ailleurs difficile à concevoir dans un milieu aussi raréfié que celui qui constitue cette couche, laquelle est, en réalité, celle qui forme la couronne dans les éclipses.

» P.-S. — M. Rutherfurd, qui est à Rome en ce moment, ayant eu la complaisance de me donner deux de ses réseaux d'interférence, comprenant 60000 lignes par pouce, je les ai montés en place des prismes, dans mon appareil spectroscopique, à l'équatorial de Merz. L'effet que l'on obtient ainsi est surprenant. On peut obtenir les protubérances, même avec les spectres de premier ordre: on les observe beaucoup mieux encore avec les spectres de second ordre; seulement il faut alors ajouter un verre rouge pour absorber le violet du spectre suivant. Les détails des protubérances sont très-nets, les filaments très-déliés et parfaitement tranchés. Dans les spectres de troisième et de quatrième ordre, la raie C de l'un vient tomber très-près de la raie F de l'autre, et l'on peut obtenir ainsi les protubérances avec deux couleurs différentes, le rouge et le blanc, dans le champ de la lunette. La netteté des images est surprenante.

» Le réseau, dont je viens d'indiquer les effets, est gravé sur une plaque de métal à miroir; on peut donc craindre qu'il ne se détériore en s'oxydant, et il serait imprudent de trop se hâter de bannir les prismes dans ces observations. Lorsqu'on observe avec un réseau gravé sur un verre, on trouve que l'on peut obtenir une force suffisante, même sans métal; mais la deuxième réflexion nuit à la netteté de l'image. Une plaque d'obsidienne serait préférable, et comme elle serait inaltérable, elle pourrait être précieuse dans la pratique.

» Avec ces réseaux, le premier spectre a une dispersion égale à celle de deux prismes de flint ordinaire; le second à celle de quatre prismes, et ainsi de suite; mais l'avantage disparaît bientôt, par le mélange des couleurs spectrales et par l'affaiblissement de la lumière.

» Mes recherches sur ces spectres, au point de vue pratique, ne sont pas terminées, à cause du mauvais temps; mais ce que j'ai pu constater

est déjà très-encourageant. J'ajouterai cependant que, d'après les détails de construction que m'a donnés obligeamment M. Rutherfurd, il sera difficile de trouver des artistes ayant le talent, la délicatesse et la précision de ce savant, qui les a travaillés lui-même. Qu'on me permette de lui témoigner ici ma reconnaissance pour ce magnifique cadeau. »

« M. Élie de Beaumont fait part à l'Académie de la douloureuse nouvelle de la mort de M. *Jacques-Adolphe-Lambert* Quetelet, Directeur de l'Observatoire de Bruxelles, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, etc., etc.

» L'annonce de la mort de l'illustre savant a été adressée officiellement, ainsi que cela devait être, à l'Académie des Sciences morales et politiques, dont il était devenu Associé étranger, après en avoir été Correspondant depuis longues années, comme étant l'un des statisticiens les plus éminents de l'Europe. Pour cette raison, M. Quetelet ne tenait à l'Académie des Sciences par aucun lien officiel direct, mais il y tenait en quelque sorte virtuellement par l'importance de ses travaux dans plusieurs des sciences que l'Académie cultive. Il se plaisait à assister à ses séances, chaque fois qu'il venait à Paris, et, par l'étendue de ses connaissances aussi bien que par l'aménité de ses manières et l'élévation de son caractère, il avait su conquérir un rang des plus éminents dans l'estime et l'affection de tous ses Membres. Une perte aussi sensible pour tous ceux qui ont connu M. Quetelet ne pouvait passer inaperçue, dans une assemblée aux travaux de laquelle il avait si souvent associé les siens, dans l'Astronomie, la Météorologie, la Statistique, les Mathématiques, etc.

» M. Quetelet, quoique né à Gand, écrivait en français : on remarquait la tournure française de ses publications et celle des travaux astronomiques qu'il poursuivait à l'Observatoire de Bruxelles, qu'il avait fondé et qu'il dirigea pendant près d'un demi-siècle. Cet établissement est du petit nombre de ceux où, comme dans le jardin de l'Observatoire de Paris, on a observé journellement des thermomètres dont la boule plongeait à diverses profondeurs au-dessous de la surface pour constater les variations périodiques de la température dans l'intérieur du sol, objet sur lequel M. Quetelet a publié d'importants Mémoires. »

M. Chasles s'associe aux regrets exprimés par M. le Secrétaire perpétuel, et si bien mérités par l'excellent et illustre Confrère qui en est le sujet.

« Aucun savant, dit-il, n'a consacré plus complétement que M. Quetelet sa vie entière à la culture personnelle et constante des différentes parties des Sciences physiques et mathématiques, comme à la propagation de leurs progrès, de quelque part qu'ils vinssent; aussi son nom est-il en estime et honneur dans toutes les Académies et autres Sociétés savantes. Les relations d'intimité affectueuse que j'entretenais depuis un demi-siècle avec M. Quetelet, dont j'ai été parfois l'interprète auprès de l'Académie, seront dans ce moment, j'ose l'espérer, l'excuse de l'expression de mes vifs regrets, après les paroles auxquelles l'Académie vient de s'associer. »

« M. **Ch. Sainte-Claire Deville** demande la permission d'ajouter, aux paroles qui viennent d'être prononcées par ses savants confrères, que la Météorologie est une des sciences qui ont le plus longtemps et le plus vivement occupé l'esprit, si net et si varié, de M. Quetelet. Pendant plus de quarante ans, il a dirigé l'Observatoire météorologique, annexé par lui à l'Observatoire astronomique de Bruxelles. Il a publié, avec tous leurs détails (aidé, dans ces derniers temps, par un fils digne de lui, M. Ernest Quetelet), les observations recueillies par lui depuis 1832 : il en a calculé les moyennes et déduit les conséquences les plus intéressantes. Enfin il a étudié, avec un soin particulier, le retour des phénomènes périodiques (végétation, passage des oiseaux, etc.), et l'on peut dire qu'il a laissé le vrai modèle à suivre dans ce genre de travaux. »

M. **Dumas** exprime à son tour les profonds regrets que la perte qui vient de frapper l'Académie royale de Belgique, dans la personne de son Secrétaire perpétuel, fait éprouver aux amis de M. Quetelet et à tous ceux qui, parmi nous, ont eu le bonheur de jouir de sa noble hospitalité. L'éminent Directeur de l'Observatoire de Bruxelles s'honorait de ses longues et affectueuses relations avec nos anciens confrères, et le souvenir qu'il en avait conservé se traduisait, non-seulement par les vives sympathies qu'il témoignait pour notre Académie et par l'attention qu'il apportait à enrichir notre Bibliothèque de toutes les publications confiées à ses soins, mais aussi par le cordial accueil que ses Membres étaient toujours sûrs de rencontrer auprès de lui.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Sur la réduction des formes bilinéaires.* Note de M. C. JORDAN.

(Commissaires : MM. Hermite, Serret).

« M. Weierstrass a publié, dans les *Monatsberichte* de 1868, un Mémoire important sur la réduction simultanée de deux formes bilinéaires P et Q. Il y résout complétement cette question, sauf dans le cas, signalé et exclu par lui dès le début de son analyse, où le déterminant (P, Q) de la forme $pP + qQ$ est identiquement nul, quelles que soient les constantes arbitraires p et q.

» Le désir de combler cette lacune, et en même temps de fournir un procédé de réduction plus simple que la méthode synthétique adoptée dans le Mémoire cité, nous a déterminé à faire imprimer, dans le *Journal de M. Liouville*, un travail sur le même sujet, datant du mois d'août 1873. Le résultat en a été consigné d'avance dans une Note insérée au *Compte rendu* du 22 décembre 1873.

» Aussitôt après la publication de cette Note, M. Kronecker s'est empressé de faire connaître qu'il possède, depuis quelques mois, un procédé de ce genre, et l'a exposé dans le *Monatsberichte* de janvier 1874. Cette méthode et la nôtre reposent sur des principes analogues; mais celle de M. Kronecker a plus de généralité. Il résout, en effet, le problème de réduction pour les formes quadratiques, mais en ayant soin de conduire les opérations de telle sorte que les résultats trouvés restent applicables aux formes bilinéaires. Partant au contraire de ces dernières formes, dont nous nous occupions exclusivement, nous avons choisi le mode d'exposition le plus simple, sans lui donner le caractère de symétrie nécessaire pour embrasser le cas des formes quadratiques (*).

(*) Il est d'ailleurs indifférent, pourvu qu'on opère convenablement, de prendre pour point de départ les formes quadratiques ou les formes bilinéaires. On peut, en effet, présenter la réduction de ces dernières formes de telle façon, que la substitution qui sert à l'opérer soit symétrique, par rapport aux deux systèmes de variables, si les formes considérées P et Q sont toutes deux symétriques (ou toutes deux gauches).

Nous ferons observer en outre qu'on gagne beaucoup en simplicité et en élégance en opérant symétriquement sur les formes à réduire. Tout le raisonnement tient alors en quelques lignes. On obtient immédiatement les faisceaux élémentaires, tandis que M. Kronecker a besoin,

» L'illustre géomètre de Berlin a bien voulu consacrer la fin de son Mémoire à une critique détaillée de notre travail. Il fait observer tout d'abord que le problème de la réduction d'une expression à sa forme canonique est indéterminé de sa nature; que c'est là une notion sans consistance objective; que la simplicité d'une réduite ne doit pas se mesurer à sa brièveté, mais à des caractères plus intimes; qu'enfin ces réduites doivent être le moyen et non le but de la recherche.

» Tous ces principes sont assurément incontestables; mais, pour les appliquer au cas actuel, cette propriété de nos réduites, d'être formées d'une somme de fonctions distinctes, dont chacune ne contient qu'une partie des variables, leur imprimait, ce nous semble, un caractère assez net pour satisfaire les plus difficiles. M. Kronecker aurait pourtant désiré nous voir justifier *a posteriori* l'opportunité de cette réduction, en traitant par ce moyen le problème de l'équivalence des systèmes de deux formes; mais nous ne l'aurions fait que si nous avions voulu écrire un traité complet sur ce sujet; car cette question avait été résolue pour le cas où $[P, Q] = 0$, tant par M. Weierstrass dans le Mémoire cité, que par nous-même (*Traité des Substitutions*), et le cas où $[P, Q] = 0$ ne nous semblait offrir aucune difficulté nouvelle. Au fond, notre éminent critique ne semble pas éloigné de cette opinion; car, tout en signalant dans son Mémoire cette lacune de notre Note, il n'a pas jugé utile d'entrer dans aucun développement pour y suppléer. S'il avait porté son attention sur cette question, il aurait vu tout de suite que, s'il y a parfois indétermination (*) dans la substitution à employer pour réduire un système de deux formes, il n'y en a aucune dans les expressions des réduites. Il aurait alors remplacé la règle A qu'il donne à la page 5 de son Mémoire de 1874, et dont il vient de reconnaître l'insuffisance, par l'énoncé suivant : *Pour que deux systèmes de deux formes soient équivalents, il faut et il suffit que leurs réduites soient identiques.*

» L'illustre géomètre se propose ensuite d'établir que nos réduites

---

dans certains cas, d'une réduction ultérieure. Enfin on reconnaît, chemin faisant, de la manière la plus simple, que la forme des réduites est complétement déterminée, et l'on trouve ces substitutions qui transforment les réduites en elle-même.

(*) Cette indétermination ne se présente que lorsque plusieurs des réduites partielles sont semblables. Ainsi les deux formes réduites $xy + x'y'$, $yx_1 + y'x'_1$ restent réduites si l'on opère à la fois une substitution linéaire quelconque sur y, y' et la substitution inverse sur x, x' et sur x_1, x'_1. Pour les formes quadratiques $x_1x_2 + x_3^2 + x'_1x'_2 + x'^2_3$ et $x_2x_3 + x'_2x'_3$, on pourra opérer une substitution orthogonale quelconque sur les trois systèmes de variables $x_1x'_1$, $x_2x'_2$, $x_3x'_3$; et de même en général.

n'ont rien de nouveau. En effet, pour le cas où $(P, Q) \gtrless 0$, nous sommes retombé sur les résultats de M. Weierstrass, comme cela devait être. Reste le cas où $(P, Q) = 0$; mais M. Kronecker l'aurait traité dès 1868, dans ses additions au Mémoire de M. Weierstrass.

» Le lecteur nous saura gré de reproduire ici le résultat publié à cette époque par M. Kronecker :

» *Si deux formes quadratiques* P *et* Q, *à* n *variables, satisfont à la condition* $(P, Q) = 0$, *on pourra les réduire toutes deux, par un changement de variables, à la forme*

$$(1) \qquad f_1 x_{m+1} + f_2 x_{m+2} + \ldots + f_m x_{2m} + \mathfrak{F},$$

$\mathfrak{F}$ *étant une forme quadratique des* $n - 2m - 1$ *dernières variables, et* $f_1, \ldots, f_m$ *étant des fonctions linéaires quelconques de toutes les variables.*

» Ainsi que l'illustre auteur l'a fait remarquer dernièrement, un lecteur attentif pourra se convaincre, en examinant de près sa démonstration, qu'elle est applicable aux formes bilinéaires.

» Nous sommes arrivé, de notre côté, à la proposition suivante :

» *Si deux formes bilinéaires* P *et* Q *satisfont à la condition* $(P, Q) = 0$, *on pourra les réduire à la forme*

$$(2) \quad P = x_1 y_1 + \ldots + x_{m-1} y_{m-1} + P', \quad Q = x_2 y_1 + \ldots + x_m y_{m-1} + Q',$$

P' *et* Q' *ne contenant plus que les variables* $x_{m+1}, y_{m+1}, \ldots, x_n, y_n$, et pouvant être traitées par le même procédé que P et Q, si $(P', Q') = 0$, ou si $(P', Q') \gtrless 0$, par un procédé analogue, qui revient comme résultat à celui de M. Weierstrass.

» La différence de ces deux énoncés frappe au premier coup d'œil. Les expressions (1) ne satisfont pas aux conditions qu'il est d'usage d'exiger d'une réduite. Elles contiennent encore des coefficients indéterminés, qu'une réduction ultérieure doit faire disparaître. Elles ne peuvent servir à constater l'équivalence de deux systèmes de deux formes P et Q, P_1 et Q_1; car on peut trouver pour P et Q, d'une infinité de manières, une infinité d'expressions différentes de l'espèce (1), et de même pour P_1 et Q_1. Enfin les expressions (1) ne mettent pas en évidence le caractère fondamental des vraies réduites, d'être décomposables en fonctions partielles ne contenant chacune qu'une portion des variables.

» Notre éminent critique répond qu'il est facile de passer des expressions (1) aux réduites (2); car il suffit de leur appliquer les nouveaux procédés de réduction qu'il développe dans son Mémoire de 1874. Mais

ces procédés, analogues au nôtre, s'appliquent tout aussi aisément à des formes quelconques qu'à celles de l'espèce (1). Cette première préparation est donc absolument inutile, et M. Kronecker s'en est dispensé, aussi bien que nous, dans son Mémoire de 1874. On aura d'ailleurs, ce nous semble, quelque peine à admettre que l'illustre analyste puisse trouver dans cette publication, postérieure à notre Note de 1873, un motif suffisant pour nous contester l'invention de nos résultats.

» Nous avons traité accessoirement, dans notre travail, deux autres problèmes plus simples, qu'on peut considérer comme des cas particuliers du précédent. M. Kronecker nous reproche à la fois et d'avoir omis cette remarque, et de l'avoir utilisée pour la solution du second problème, sans indiquer que des méthodes fondées sur le même principe avaient été données par lui d'abord, puis par M. Christoffel.

» Nous avions fait très-expressément la part de M. Kronecker, en écrivant dans notre Note qu'il a résolu la question en général, pour un nombre pair de variables (*Monatsbericht,* octobre 1866), mais en laissant de côté certains cas exceptionnels dont l'examen était précisément le but de notre travail. M. Christoffel, dont nous ne connaissions pas le Mémoire, a traité le premier les fonctions d'un nombre impair de variables; mais le plan de son travail ne comportait pas l'examen des cas particuliers. Cet habile géomètre ne nous a d'ailleurs adressé aucune réclamation. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des gaz.* Note de M. **Mascart**, présentée par M. Bertrand.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin.)

« Newton a démontré, par des raisonnements fondés sur l'hypothèse de l'émission, que la *puissance réfractive* d'un corps, ou l'excès $n^2 - 1$ du carré de l'indice de réfraction sur l'unité, doit être proportionnelle à la densité de ce corps, c'est-à-dire à la masse de l'unité du volume. La loi des puissances réfractives s'est trouvée en défaut dans presque toutes les applications que l'on a essayé d'en faire aux solides et aux liquides; mais on admet généralement qu'elle est vraie pour les gaz. Comme la doctrine des ondulations ne permet pas, jusqu'à présent, de rattacher cette loi à des considérations théoriques, il y a intérêt à voir jusqu'à quel point elle est conforme à l'expérience. La réfraction des gaz étant très-faible, au moins dans les conditions où l'on peut opérer, la puissance réfractive $n^2 - 1$ est sensiblement double de la différence $n - 1$, que j'appellerai, pour abréger,

l'excès de réfraction. Si l'on admet en outre les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on peut donc représenter les variations de réfraction d'un gaz avec la température et la pression par la formule

$$\frac{(n-1)(1+\alpha t)}{H} = \frac{n_0 - 1}{760},$$

dans laquelle n est l'indice de réfraction à la température t et à la pression H, α le coefficient de dilatation des gaz et n_0 l'indice de réfraction à la température de zéro et sous la pression normale.

» Depuis les mémorables travaux de M. Regnault, il est facile de prévoir que cette relation n'est qu'approchée ; j'ai fait à ce sujet un grand nombre d'expériences, et je demande à l'Académie la permission d'en indiquer les principaux résultats.

» J'ai employé d'abord la réfraction dans un prisme, suivant la méthode de Biot et Arago ; mais, malgré quelques perfectionnements apportés à cette manière d'observer, je n'ai pas tardé à reconnaître que le phénomène des interférences comporte une précision plus grande. L'appareil dont je me suis servi, et que le défaut d'espace ne me permet pas de décrire complétement, se compose d'un spectroscope dont le collimateur est très-éloigné des prismes réfringents. Les rayons parallèles qui sortent du collimateur sont coupés, à l'aide d'une de ces bilames qu'a imaginées M. Fizeau, en deux faisceaux égaux qui restent parallèles entre eux, mais sont séparés par un intervalle de plusieurs millimètres. Ces deux faisceaux traversent séparément deux tubes à gaz fermés par des lames de verre, puis sont ramenés au contact par une bilame disposée en sens inverse de la première, et sont enfin réfractés par les prismes.

» Si l'on établit une différence de marche entre ces deux faisceaux, soit par une différence de pression dans les tubes à gaz, soit par une rotation des bilames, et si, *de plus*, le retard maximum a lieu sur celui des deux faisceaux qui traverse les prismes le plus près des arêtes réfringentes, on observe dans le spectre des cannelures alternativement sombres et brillantes qui sont connues sous le nom de *bandes de Talbot*. Comme les bandes ne se produisent pas si le retard maximum a lieu sur l'autre moitié du faisceau primitif, il y a dans ce phénomène une sorte de dissymétrie qui paraît d'abord singulière, mais dont l'explication a été donnée par M. Airy d'une manière complète.

» En tout cas, l'ordre de la frange F, que l'on observe en un point du spectre dont la longueur d'onde est λ, est lié à la différence de marche Δ

par la relation

$$\Delta = F\lambda.$$

Il suffit maintenant de changer la pression du gaz dans l'un des deux tubes pour altérer la différence de marche, et, si le changement n'est pas trop brusque, on voit les franges marcher vers le rouge ou vers le violet, suivant que la différence de marche augmente ou diminue. En appelant H_1 et H_2 la pression du gaz au commencement et à la fin de l'expérience, L la longueur du tube et f le nombre des franges qui ont passé au point considéré, on doit avoir, d'après la relation approximative établie plus haut,

$$\frac{f}{H_2 - H_1} = \frac{L}{\lambda} \frac{n_0 - 1}{1 + \alpha t}.$$

Si la température ne change pas, le rapport du déplacement des franges à la variation de pression serait donc indépendant de la pression initiale. On constate aisément que cette condition n'est pas remplie, et l'on peut, dans la plupart des cas, rendre compte des expériences en ajoutant dans le second membre de cette équation un terme proportionnel à la pression moyenne; on peut donc écrire

$$\frac{f}{H_2 - H_1} = A\left(1 + B\frac{H_1 + H_2}{2}\right).$$

Il résulte de là que l'indice de réfraction d'un gaz, à température constante, est lié à la pression par la formule

$$n - 1 = a\left(1 + \frac{B}{2} H\right).$$

D'autre part, on peut satisfaire, d'une manière assez exacte, aux expériences de M. Regnault sur la compressibilité des gaz jusqu'à 8 atmosphères, c'est-à-dire dans les conditions où les miennes ont été effectuées, en représentant le rapport de la densité à la pression par deux termes dont l'un est constant et l'autre proportionnel à la pression

$$\frac{d}{H} = A'(1 + B'H),$$

de sorte que, si l'excès de réfraction $n - 1$ est proportionnel à la densité du gaz, les deux coefficients $\frac{B}{2}$ et B' doivent être égaux.

» J'ai réuni, dans le tableau qui suit, les valeurs de B' calculées soit par les formules de M. Regnault, soit par ses expériences directes, et les valeurs de $\frac{B}{2}$ déduites de mes mesures sur la réfraction. On peut remarquer d'abord

que la réfraction et la compressibilité varient de la même manière, dans un certain sens pour l'hydrogène seul, et en sens contraire pour tous les autres gaz. Les coefficients sont, en général, de même ordre de grandeur sans être absolument égaux; ce sont d'ailleurs des quantités difficiles à déterminer : les formules employées ne peuvent pas non plus représenter exactement les phénomènes, et enfin les expériences n'ont pu être effectuées à la même température, ce qui ne permet pas une comparaison rigoureuse. Deux gaz seulement, l'oxyde de carbone et le bioxyde d'azote, donnent lieu à un désaccord manifeste; la compressibilité de ces deux gaz me paraît un peu trop grande. Il résulte de là qu'à température constante l'excès de réfraction $n-1$ d'un gaz est à peu près proportionnel à la densité.

» Il n'en est plus de même quand on fait varier la température. L'expérience indique que, pour une série de mesures faites entre les mêmes limites de pression, l'expression

$$\frac{f}{H_2 - H_1}(1+\alpha t),$$

au lieu d'être constante, décroît d'une manière continue à mesure que la température s'élève, et, pour obtenir un résultat constant, il est nécessaire de remplacer le facteur α par un nombre β notablement plus grand que l'un ou l'autre des deux coefficients de dilatation du gaz considéré. Le tableau ci-contre montre les valeurs que j'ai obtenues pour les principaux gaz avec des variations de température qui ne dépassaient pas 40 degrés. On voit donc que la puissance réfractive diminue, en général, plus rapidement que la densité; pour l'oxyde de carbone et le bioxyde d'azote seulement la différence n'a pas été appréciable.

» Pour connaître maintenant l'indice de réfraction en valeur absolue, il suffit de mesurer la longueur du tube et de connaître la valeur de λ. J'observais la raie jaune de la soude, et j'ai pris, pour longueur d'onde, le nombre $0^{mm},0005888$, qui résulte des expériences de Fraunhofer; il faudrait, en toute rigueur, prendre la longueur d'onde dans le vide, ce qui ferait diminuer de $\frac{1}{3000}$ environ tous les nombres du tableau. La dernière colonne donne les valeurs de $1000(n_0-1)$, correspondant à la température de zéro et à la pression de 760 millimètres. On remarquera que le nombre relatif à l'air est un peu plus faible que celui qui est adopté en général, d'après les expériences de Biot et Arago; les autres ne diffèrent pas beaucoup de ceux qu'ont donnés Dulong et M. Jamin.

Gaz.	Compressibilité. t	B'	Réfraction. t	$\frac{B}{2}$	Influence de la température. β	$1000(n_0-1)$
Hydrogène......	10°	−0,00057	22°	−0,00087	0,00381	0,1388
Air.............	5	+0,00107	22	+0,00072	0,00383	0,2923
Azote...........	5	0,00068	21	0,00085	0,00382	0,2972
Protoxyde d'azote.	9,3	0,00754	13,5	0,0088	0,00388	0,5084
Bioxyde d'azote...	»	0,00225	12	0,00070	0,00367	0,2967
Oxyde de carbone.	»	0,00435	»	0,00089	0,00367	0,3336
Acide carbonique..	3	0,00901	17	0,0072	0,00406	0,4494
Acide sulfureux...	7,7	0,0322	13	0,025	0,00471	0,6820
Cyanogène.......	»	0,0322	25	0,027		0,8202

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, dans ses rapports avec les affinités naturelles* (*classe des Personnées*); par M. **Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« La grande classe des Personnées comprend huit familles : les Scrofularinées comme centre, le Orobanchées, Gesnériacées, Cyrtandrées, Utriculariées, Bignoniacées, Pédalinées, Acanthacées, dont les trois premières seulement ont les graines pourvues d'albumen.

» I. Vaste groupe assez peu homogène, les Scrofularinées ne pouvaient être connues dans leur androgénie que par l'étude de types pris dans les principales de leurs divisions. J'ai fait, en conséquence, porter mes observations sur les genres suivants : *Verbascum, Celsia, Alonsoa, Salpiglossis, Antirrhinum, Linaria, Chelone, Pentstemon, Collinsia, Scrofularia, Capraria, Paulownia, Manulea, Capraria, Digitalis, Gratiola, Veronica, Melampyrum, Rhinanthus.* J'ai, en outre, complété, dans la mesure du possible, mes études par l'examen des boutons d'un certain nombre de plantes d'herbier. De l'ensemble des observations se dégage un mode d'évolution de l'androcée que l'on peut regarder, eu égard à sa fréquence, comme le mode type de la famille ; à côté de lui se placent des formes de développement spéciales à un certain nombre de genres.

» Le plus ordinairement (*Verbascum, Celsia, Antirrhinum, Linaria, Scrofularia, Manulea, Capraria*) les mamelons staminaux apparaissent à la fois et au nombre de cinq, suivant de près la naissance des pétales. Très-rarement (*Verbascum*) les cinq étamines restent fertiles, la postérieure et, quoique à un moindre degré, les latérales prenant toutefois alors un développement moindre que celui des étamines antérieures; la règle est que, par l'atrophie de l'étamine postérieure et un certain arrêt d'évo-

lution des étamines latérales, on a l'androcée didyname bien connu, ou même un androcée réduit aux deux étamines antérieures. C'est ainsi que le système staminal des Scrofularinées, semblable au premier âge à celui des Solaninées, des Aspérifoliées ou des Convolvulinées, ne revêt les caractères de l'anisostémonie que consécutivement à sa naissance.

» Le *Paulownia* (et l'*Alonsoa?*) produit aussi ses étamines en une fois, mais celles-ci sont réduites à quatre par l'avortement congénital de la postérieure. C'est aussi quatre étamines seulement qui apparaissent dans le *Rhinanthus* et le *Melampyrum;* mais je ne saurais affirmer si ici la production des quatre étamines est simultanée, les mamelons antérieurs m'ayant paru, dès le très-jeune âge, un peu plus gros que les latéraux, sans que j'aie pu saisir l'intervalle qui peut-être les a séparés à la naissance.

» Le *Gratiola,* dont il faut sans doute rapprocher les *Bonnaya, Dopatrium, Micranthemum, Microcarpea* et *Peplidium,* forme son androcée d'après un mode tout spécial. Cet androcée apparaît en trois fois, mais en commençant par les étamines latérales (qui seules auront des anthères), se continuant par les étamines antérieures, lesquelles se développeront en longs et grêles staminodes, pour se terminer par l'étamine postérieure, qui ne laissera déjà plus de trace dans un bouton long à peine de 1 millimètre.

» Le *Veronica,* d'un type floral propre (quaternaire et non quinaire), développe, comme l'a vu Payer, ses quatre pétales en trois fois dans l'ordre antéro-postérieur, puis ses deux étamines (jamais plus) sur les côtés du pétale dernier-né.

» Le *Campylanthus*, le *Pæderota* et le *Wulfenia* n'ont, comme le *Veronica,* que deux étamines situées devant les sépales latéraux, là même où se produisent les deux premières étamines du *Gratiola.* Ces genres représentent donc l'androcée du *Gratiola* arrêté à sa première phase, en même temps qu'ils établissent un contact entre l'évolution anomale de cet androcée et celui du *Veronica,* duquel ils ne différeraient pas si, à la place du pétale postérieur du *Veronica,* il y avait deux pétales et, entre ceux-ci, un sépale.

» Au résumé, le mode général de l'androgénie des Scrofularinées relie ces plantes, par sa première phase, aux Solaninées, tandis que les modes qu'on peut dire accessoires les font toucher, comme cela va être dit, à la plupart des familles de la classe des Personnées.

» II. L'androgénie des Orobanchées a pour type celle du *Lathræa clandestina,* plante dont l'étude anatomique et organogénique a fait l'objet d'un important Mémoire de M. Duchartre. Comme l'a vu M. Duchartre, les étamines du *Lathræa* se montrent au nombre de quatre, les antérieures

gagnant très-vite en développement sur les autres, qui formeront la petite paire de l'androcée didyname.

» Suivant la remarque de M. Duchartre, l'avortement de l'étamine postérieure tient à une cause plus profonde que la simple non-production du mamelon staminal à la surface du réceptacle; car « dans la division des » faisceaux vasculaires du pédoncule et dans leur distribution aux divers » verticilles floraux, il n'existe aucun rameau se dirigeant vers le point » que devrait occuper la cinquième étamine ».

» D'après ce qui précède et l'absence, complète aussi, de la cinquième étamine dans le jeune bouton des *Orobanches* et *Phelipæa* (je n'ai pas observé le premier âge), on peut admettre que les Orobanchées, comme le *Rhinanthus* parmi les Scrofularinées, ne produisent que quatre mamelons staminaux, lesquels paraîtraient à peu près simultanément.

» III. Les Gesnériacées (*Achimenes, Gloxinia, Gesneria, Episcia, Alloplectus*) produisent en une seule fois, comme la plupart des Scrofularinées, cinq mamelons staminaux, dont le postérieur ne tarde pas à disparaître presque complétement, en même temps que des quatre autres les deux latéraux, partiellement arrêtés dans leur accroissement, constituent les courtes étamines de l'androcée didyname. A son premier âge, l'androcée des Gesnériacées ne saurait donc aussi être distingué de celui des Solaninées ou des Convolvulinées : ce n'est que plus tard qu'il revêt son caractère anisostémone.

» Une exception est faite (?) par le *Sarmienta*, dont les étamines fertiles, réduites à deux, sont non les antérieures, mais, comme dans le *Gratiola*, les latérales.

» IV. Les Cyrtandracées, que plusieurs botanistes réunissent encore, malgré leurs graines albuminifères, aux Gesnériacées, trouvent dans l'androgénie un nouveau caractère d'autonomie. Leurs fleurs, à androcée rarement didyname (*Æschinanthus*), n'ont ordinairement que deux étamines fertiles, les latérales étant passées à l'état de staminodes et la postérieure manquant le plus souvent.

» La formation de cet androcée n'a d'ailleurs pas lieu en une fois, comme chez les Gesnériacées, mais bien en trois phases et d'avant en arrière, ainsi que je l'ai signalé pour le *Digitalis*. Les trois phases se suivent de près, mais sont cependant distinctes (*Chirita, Didymocarpus, Streptocarpus*). L'étamine postérieure s'atrophie parfois si promptement que des boutons de *Streptocarpus*, longs à peine de 1 millimètre, n'en offrent plus de vestige.

» Les Cyrtandracées, déjà séparées des Gesnériacées par leurs graines et leurs fleurs diandres, en diffèrent donc aussi par l'androgénie.

» V. Comme la plupart des Cyrtandracées, les Utriculariées n'ont que deux étamines fertiles. Ces deux étamines sont accompagnées, dans le *Pinguicula*, de deux staminodes latéraux, blancs, filiformes, coudés en dehors, dernier caractère qui a fait croire que les étamines fertiles ne seraient pas les antérieures.

» L'organogénie montre que l'étamine postérieure est frappée d'avortement congénital, comme dans le *Lathræa* ou le *Paulownia,* et que les quatre autres apparaissent en deux fois, comme dans les Labiées : ce qui rappelle l'androgénie des *Digitalis* et des Cyrtandrées arrêtée à ses deux premières phases, les étamines latérales s'atrophiant comme dans celles-ci.

» VI. Les Bignoniacées, objet des savantes études de M. Bureau, sont ordinairement didynames, avec un rudiment de l'étamine postérieure.

» Le cas ordinaire est que, comme dans les Gesnériacées et beaucoup de Scrofulacées, les cinq mamelons staminaux naissent ensemble (*Bignonia, Catalpa, Calosanthes, Tecoma*) et restent parfois assez longtemps égaux (*Bignonia capreolata*) ; puis l'accroissement de l'étamine postérieure s'arrête, en même temps que les deux antérieures, dépassant les latérales, forment la longue paire de l'androcée didyname.

» J'ai vu des fleurs de *Bignonia capreolata* à cinq étamines fertiles subégales, ce qui est l'état normal du *Calosanthes*, dont l'androcée presque régulier fait penser à celui des *Verbascum* parmi les Scrofulacées.

» VII. Les Pédalinées, qui rappellent, par leur didynamie et un staminode, les Bignoniacées, produisent comme celles-ci, en une fois, leurs cinq mamelons staminaux, lesquels, par suite d'inégalités de développement s'accentuant d'avant en arrière, donnent l'état que présente la fleur.

» L'arrêt de développement portant sur les étamines latérales est assez prononcé pour réduire parfois celles-ci à l'état stérile (*Martyniæ species*), comme dans la plupart des Cyrtandrées.

» VIII. La belle famille des Acanthacées a quatre étamines fertiles ou deux seulement; j'ai vu des fleurs de *Ruellia* à cinq étamines fertiles et égales. La formation de l'androcée y a lieu suivant des modes divers.

» Le *Ruellia* produit en une seule fois (?) cinq mamelons staminaux, bientôt réduits à quatre par l'avortement du postérieur, en même temps que les latéraux, retardés, constituent les petites étamines ou des staminodes.

» Le *Schaueria* ne donne que quatre mamelons subsimultanés.

» Dans l'*Acanthus* et le *Gandarussa* apparaissent en trois fois et en deux

fois, et d'avant en arrière, cinq mamelons pour le premier, quatre mamelons pour le second.

» Enfin les *Justicia* et *Peristrophe*, arrêtés à la première phase de la formation de l'androcée du *Gandarussa*, ne produisent que les deux mamelons antérieurs.

» C'est ainsi que l'androgénie rattache les Acanthacées : par le *Ruellia* au type le plus général des Scrofulacées, aux Gesnériacées et aux Bignoniacées; par le *Schaueria* au *Paulownia*, aux Rhinanthées et aux Orobanchées; par l'*Acanthus* et le *Gandarussa* aux Cyrtandracées et aux Utriculariées; par le *Justicia* au *Veronica* et au *Pæderota diandres*. Par les divers modes de leur androgénie, les Acanthacées relient donc entre elles les diverses familles des Personnées. »

BOTANIQUE. — *Espèces nouvelles du genre* Dipterocarpus. Note de M. J. Vesque, présentée par M. Decaisne.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Le travail dont j'ai l'honneur de présenter une première partie à l'Académie a été entrepris avec l'autorisation de M. Brongniart et sous la direction de M. Decaisne, d'après les immenses collections faites à Bornéo par M. Beccari. Il a pour objet un groupe de plantes fort intéressant, les *Diptérocarpées*, dont le nombre des espèces a été doublé en quelques années dans l'herbier général du Muséum. J'ai ajouté, à la description systématique des espèces, l'étude anatomique des tiges, qui contribuera, je l'espère, à jeter quelque lumière sur les affinités des Diptérocarpées; mais ce travail, actuellement en préparation au laboratoire du Muséum, prendra place dans un Recueil spécial.

» Voici les diagnoses de quelques nouvelles espèces du genre *Dipterocarpus :*

» 1. *D. fagineus.* — Ramosus, ramis ramulisque gracilibus cortice fusco vestitis, novellis velutinis; foliis ellipticis vel lanceolatis, acutis vel acuminatis, basi cuneatis, obscure sinuatis utrinque glabris, subtus costa petioloque pubescentibus; gemmis conicis parvis villosis; racemis axillaribus 3-floris; calycis fructiferi tubo piriformi 5-costato, laciniis auctis lanceolato oblongis obtusis trinerviis.

» Folia 6-9^{cm} longa, 3-4 lata; petiola 2^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 1,5-2^{cm} longus, 1,5 latus, laciniæ auctæ 6-8^{cm} longæ, 1,5-2^{cm} latæ. — Borneo (Beccari, n° 3008).

» 2. *D. stenopterus.* — Ramis gracilibus, novellis pubescenti-hirsutis, gemmis oblongis velutinis; foliis elliptico-lanceolatis acuminatis basi cuneatis vel rotundatis, supra lævibus subtus fuscescentibus glabris, petiolis breviusculis villosis; racemis axillaribus 8-10-floris

hirtis; calycis fructiferi tubo pruinoso fusiformi 5-costato, costis prominulis acutissima basi evanescentibus, laciniis auctis lineari-spathulatis vel lineari-oblongis trinerviis nervis basilaribus vix ad alam mediam evanidis.

» Folia ad 20^{cm} longa, 7-8^{cm} lata; petiola 2-3^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 2^{cm} longus, 8^{mm} latus, laciniæ auctæ 9^{cm} longæ. — Borneo (O. Beccari, n° 3762).

» 3. *D. nudus.* — Ramis gracilibus glaberrimis; foliis ellipticis vel abovato-ellipticis acutis basi attenuatis vel cuneato-rotundatis utrinque glaberrimis; petiolis lævibus ad limbum tumidis; racemis axillaribus et terminalibus ad 5-floris; calycis fructiferi tubo cylindrico 5-costato glaberrimo, costis plus minusve prominulis acutisque, laciniis auctis oblongis obtusis trinerviis.

» Folia 12-14^{cm}longa, 5-7^{cm} lata; petiola 3,5-4^{cm} lata; calycis fructiferi tubus 2,5-3^{cm} longus, 1-1,5^{cm} latus, laciniæ auctæ 9-10^{cm} longæ, 1^{mc},5 latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 2905).

» 4. *D. acutangulus.* — Ramis glaberrimis gemmis conicis tantum hirsutis, foliis ovatis vel rotundatis obscure sinuato-crenatis plicatis, subtus nervulis tenuissimis transversis, petiolis glaberrimis; racemis axillaribus 3-4-floris; calycis fructiferi tubo 5-gono glaberrimo costis acutis; laciniis auctis lineari-oblongis trinerviis.

» Folia ad 10^{cm} longa, 6-7^{cm} lata, petiola 3^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 2^{cm} longus et latus, laciniæ auctæ 12-15^{cm} longæ, 3^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 2913).

» 5. *D. geniculatus.* — Ramis cortice cinereo lenticellisque oblongis verrucosis; foliis ellipticis vel abovatis obtusis, basi rotundatis vel subcordatis, supra glaberrimis, subtus ad costam tantum puberulis; petiolis glabris transverse fissis ad limbum geniculatis tumidis; gemmis cinereo-velutinis; racemis axillaribus 3-floris tomentoso-velutinis; calycis fructiferi tubo medio 5-costato costis lævibus vix prominulis; laciniis auctis oblongis basi trinerviis nervis secundariis ad alam mediam evanescentibus.

» Folia 11-13^{cm} longa, 5-7^{cm} lata, petiola 4-5^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 1,5-2^{cm} longus; 1,5-2^{cm} latus; laciniæ auctæ 10-12^{cm} longæ, 2^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 3034).

» 6. *D. Lemeslei.* — Ramulis annotinis petiolis pedunculisque velutinis; foliis ovatis acutiusculis basi rotundatis sinuatis vel undulatis supra ad costam inferne pubescentibus, subtus nervo medio venisque primariis pilis stellatis pubescentibus, racemis axillaribus 5-7-floris; calycis fructiferi tubo ovato alato, alis rectis, laciniis auctis oblongo-lanceolatis basi trinerviis nervis secundariis ad apicem evanidis.

» Folia 15-20^{cm} longa, 8-12^{cm} lata, petiola ad 5^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 1^{cm},5 latus, 2^{cm},5 longus; alæ 5-8^{mm} latæ; laciniæ auctæ 10-13^{cm} longæ, 2^{cm} latæ; crescit in insula Pulo-Condor. (Lemesle, n° 594.)

» 7. *D. stellatus.* — Ramis geminis petiolisque hispidis, pilis fasciculatis; foliis magnis ovatis subcordatis plus minusve acuminatis, supra nervo medio venisque primariis villosis, subtus venis primariis nervulisque reticulatis pilis stellatis brevissimis subvelutinis; racemis axillaribus subglabris 3-floris; calycis fructiferi tubo cylindrico glabro 5-alato, alis subundulatis; laciniis auctis oblongis trinerviis glaberrimis.

» Folia 20-25^{cm} longa, 12-15^{cm} lata. Petiola 4-5^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 5-6^{cm} longus, 2^{cm} latus, alæ 1^{cm},5 latæ; laciniæ auctæ 14-16^{cm} longæ, 3-4^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n°s 2555 et 2907).

» 8. *D. undulatus.* — Foliis ovatis integerrimis plicatis nervis secundariis supra impressis subtus valde prominentibus, petiolis ramis junioribus gemmisque conicis subobliquis pube

cinereo vel nigrescente vestitis; calycis fructiferi tubo globoso 5-alato, alis latissimis submembranaceis quam maxime transverse contorto-undulatis; laciniis auctis oblongis trinerviis tenuibus vel membranaceis pilis brevissimis stellatis inspersis.

» Folia 22-28^{cm} longa, 13-14^{cm} lata; petiola 4-5^{cm} longa; calycis tubus cum alis 3-3^{cm},5 latus; laciniæ auctæ 12-14^{cm} longæ, 3^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 1267).

» 9. *E. Beccarianus.* — Ramis glabris; foliis rhomboïdalibus acuminatis basi cuneatis utrinque glaberrimis; petiolis glabris; gemmis conicis dense villoso-sericeis; calycis fructiferi tubo urceolato sub limbo valde constricto obtuse 5-gono glabro; laciniis auctis obovato-oblongis obscure trinerviis valde reticulatis.

» Folia 12-14^{cm} longa, 7-9^{cm} lata; petiola 3-5^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 3-4^{cm} longus, 3^{cm} latus; laciniæ auctæ 15-17^{cm} longæ, 3-5^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 2915).

» 10. *D. macrocarpus.* — Ramis junioribus petiolisque dense hispido-tomentosis pilis fasciculatis; foliis amplis ellipticis basi rotundatis vel subcordatis obscure sinuatis supra glabratis ad costam pilosis, subtus rari-pilosis, margine ciliatis, junioribus supra sericeo-lanatis pilis basin versus deciduis subtus velutinis; calycis fructiferi tubo subhemisphe-rico pilis stellatis brevibus insperso; laciniis auctis maximis oblongis trinerviis.

» Folia 30-40^{cm} longa, 18-25^{cm} lata; petiola 6^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 3^{cm} latus, 2^{cm} longus; laciniæ acutæ 20-25^{cm} longæ, 4-5^{cm} latæ. — In Bengalia orientali.

» 11. *D. globosus.* — Ramis junioribus gemmisque velutinis; foliis rotundatis vel ovato-ellipticis acuminatis crenatis basi obtusis, supra glaberrimis, subtus ad costam puberulis, petiolis pubescentibus puverulentibus; racemis axillaribus 3-floris; calycis fructiferi tubo globoso glabro; laciniis auctis oblongo-lanceolatis obtusis trinerviis glaberrimis.

» Folia 13-15^{cm} longa, 8-9 lata; petiola 3-5^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 2,5-3^{cm} latus; laciniæ auctæ 12-15^{cm} longæ, 3-4^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 2914).

» 12. *D. hirtus.* — Ramis cortice cinereo-albescente vestitis, novellis crinitis; gemmis oblongis obtusis; foliis oblongo vel elliptico-lanceolatis acuminatis, basi rotundatis vel obsolete cordatis, supra ad costam pubescentibus, subtus ad nervos valde prominentes fasciculatim pilosis; petiolis dense pilosis, pilis fasciculatis; racemis hirsutis 3-floris foliis brevioribus; calycis fructiferi tubo obconico pruinoso glabro, laciniis auctis uninerviis, nervis secundariis brevissimis, glaberrimis.

» Folia 10-13^{cm} longa, 4-5^{cm} lata; petiola 2-3^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 1^{cm},5 longus; laciniæ auctæ 5-7^{cm} longæ, 12-15^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n°s 779 et 1883). »

CARTOGRAPHIE. — *Projection gnomonique de la surface terrestre sur un octaèdre et sur un cube circonscrit à la sphère;* par M. J. Thoulet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Villarceau, Puiseux.)

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, le 15 février 1869 (1), et j'ai publié en détail, dans le *Bulletin de la Société de Géographie* du

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 380.

mois de janvier 1868, les formules au moyen desquelles j'ai projeté gnomoniquement une partie du globe terrestre sur l'horizon d'un point D du réseau pentagonal situé près de Remda, en Saxe, au centre du pentagone européen. Les formules que j'ai établies sont générales et permettent de projeter gnomoniquement un point quelconque de la sphère terrestre sur un plan tangent à cette sphère, en un point quelconque de la surface. Cependant le choix d'un certain point spécial de tangence, ou plus généralement d'un solide particulier de projection, peut conduire à des simplifications, dans les calculs assez longs qu'exige le tracé du canevas d'une carte gnomonique. Les solides circonscrits que nous considérerons sont d'abord l'octaèdre dont un grand axe coïncide avec l'axe des pôles terrestres, et ensuite le cube dont les faces sont respectivement tangentes aux pôles arctique et antarctique et en quatre points de l'équateur. En 1869, M. de Chancourtois voulut bien me charger d'exécuter pour lui les calculs relatifs à la projection sur les faces de l'octaèdre qu'il avait choisi, et, en mai 1873, j'ai entrepris de projeter la surface terrestre en me servant, comme solide de projection, du cube particulier dont je viens de définir la position. Les calculs relatifs au canevas de ces six cartes représentant les six faces du cube sont achevés; j'ai également calculé les projections des points principaux du réseau pentagonal, de manière à déterminer graphiquement l'installation de ce réseau avec toute la précision possible; deux feuilles relatives au continent américain sont actuellement en cours d'exécution, et je suis occupé à pointer les divers gisements métallifères.

» La projection du globe terrestre sur les faces de l'octaèdre se compose de huit feuilles dont chacune est représentée par un triangle équilatéral.

» L'échelle adoptée par M. de Chancourtois pour ses cartes étant $\frac{1}{100\,000\,000}$, il suffisait de calculer l'intersection des parallèles terrestres avec les méridiens, de 5 en 5 degrés. En outre, le choix du méridien de l'île de Fer (20 degrés ouest de Paris) pour premier méridien origine, la symétrie respective de chaque moitié de face d'octaèdre avec son autre moitié, et celle des huit faces entre elles, ont permis de ne pas dépasser 50 degrés de chaque côté de l'axe formé par le méridien du point de tangence. De ces 50 degrés, 45 appartenaient en propre à chaque face, et 5 degrés étaient destinés à faciliter les raccordements des faces entre elles.

» Les méridiens s'obtiendront en joignant par une ligne droite la projection du pôle avec un point situé sur la projection de l'équateur et dont

la distance au point d'intersection de la projection de l'axe avec celle de l'équateur est fixée par la formule $x = \mathrm{C}\,\mathrm{tang}\,\mathrm{L}$. C est la distance du centre de la sphère à la projection de l'équateur et L la longitude du méridien considéré à partir de l'axe de la carte.

» Excepté pour le méridien servant d'axe, la position des parallèles a été fixée par la distance p comprise entre le pôle et l'intersection de chacun de ces parallèles avec chaque méridien.

» En désignant par λ la latitude d'un parallèle quelconque, par λ' le complément de cette latitude, par L la longitude d'un méridien par rapport au méridien axe de la carte, par R le rayon de la sphère ($6^c,37$), et enfin par α la distance comprise entre le centre de la sphère et la projection du pôle, nous avons la formule $p = \frac{d \sin \lambda'}{\sin(\alpha + \lambda')}$.

» L'angle auxiliaire d a pour valeur $\mathrm{tang}\,\alpha = \frac{\mathrm{C}}{d \cos \mathrm{L}}$.

» Une simple construction par la Géométrie descriptive permettrait de tracer graphiquement le canevas de cartes à petite échelle. M. de Chancourtois m'a fait exécuter aussi une seconde série de calculs, d'après la division décimale du cercle, ce qui a permis de constater le grand avantage pratique de l'emploi de cette division.

» *Projection sur le cube.* — Le cube que j'ai choisi, et dont je désignerai les faces par les lettres α, β, γ, δ, ε, ζ, est tangent à la sphère, savoir :

Pour la face	α..............................	au pôle nord;
»	β..............................	au pôle sud;
»	γ, par 20° longit. E. de Paris....	vers le centre de l'Afrique;
»	δ, par 110° longit. E. »	vers le centre de l'île de Bornéo;
»	ε, par 160° longit. O. »	dans l'océan Pacifique;
»	ζ, par 70° longit. O. »	dans la Nouvelle-Grenade.

» Ces positions ont pour objet de placer les points de tangence le plus près possible des parties centrales des continents et de faire, par conséquent, porter sur les océans les déformations maxima.

» L'intersection de chaque méridien avec chaque parallèle terrestre a été calculée de degré en degré, à cause de l'échelle de la carte fixée à $\frac{1}{10\,000\,000}$.

» En prenant pour axe des y la projection du méridien du point de tangence, et pour axe des x la projection de l'équateur, qui passe évidemment par ce point de tangence, et en employant les mêmes lettres que pour les formules précédentes, les coordonnées de l'intersection de chaque pa-

rallèle avec chaque méridien seront

$$x = R \tang L \quad \text{et} \quad y = \frac{R \tang \lambda}{\cos L}.$$

» Ces deux valeurs de x et de y permettront de tracer le canevas des quatre faces équatoriales. La valeur de x donne, en outre, les rayons des circonférences représentant les parallèles sur les deux faces polaires et la distance au pôle fixant la projection gnomonique, sur ces mêmes faces polaires, d'un point quelconque de la sphère.

» Au point de vue pratique, on remarquera que les faces polaires α et β n'ont exigé que 54 calculs, établissant les rayons des circonférences représentant les parallèles, depuis 36 degrés lat. jusqu'à 89 degrés lat. Pour les faces γ, δ, ε, ζ, il a suffi de 2000 calculs environ, car ces quatre faces sont respectivement symétriques, et, de plus, une même face est composée de quatre parties symétriques. Chacun de ces 2000 calculs est court et simple, parce qu'il ne demande la connaissance d'aucun angle auxiliaire.

» Les formules relatives à la carte gnomonique du pentagone européen, projeté sur l'horizon de son centre, étaient forcément longues et compliquées de valeurs d'angles auxiliaires. J'ai exécuté, pour cette projection, 13000 calculs, de sorte que la projection de la surface terrestre tout entière sur les douze faces du dodécaèdre régulier aurait exigé $13000 \times 6 = 78000$ calculs, et les nécessités du dessin auraient encore augmenté ce chiffre si considérable.

» La projection sur l'octaèdre aurait exigé, pour obtenir l'intersection de chaque parallèle avec chaque méridien, de degré en degré, $89 \times 44 = 4016$ calculs.

» On voit donc que tout l'avantage de la promptitude et de la simplicité revient à la projection sur le cube. En outre, cette projection donne des feuilles carrées et égales, plus commodes au point de vue du maniement et de la facilité des constructions géométriques à exécuter sur ces cartes. Ces avantages seront plus clairement démontrés, quand nous chercherons à résoudre divers problèmes géographiques, d'un usage fréquent et dont nous nous bornerons à donner l'énoncé.

» Il est un autre ordre d'avantages, commun à toutes les projections gnomiques en général. La géométrie de la sphère s'opère avec des grands cercles; or, tout grand cercle de la sphère étant représenté par une ligne droite, et réciproquement, on pourra résoudre les problèmes de géométrie géographique, soit graphiquement au moyen de la règle et de l'équerre, soit mathématiquement en faisant usage des formules algébriques de l'analyse

à deux dimensions. Si les points considérés se trouvaient sur des faces différentes du cube, on supposerait le plan de ces forces rabattu sur le plan de l'une d'elles, et, sauf pour le grand cercle situé à 90 degrés du point de tangence, il serait facile de projeter la sphère entière sur une même face du cube.

» *Problèmes divers.* — I. Une ligne droite étant tracée sur une face du cube, prolonger le grand cercle représenté par cette ligne sur les autres faces du cube.

» II. Équation de la droite (grand cercle) passant par un point qui est donné par sa longitude L' et sa latitude λ'.

» III. Équation de la droite (grand cercle) passant par deux points qui sont donnés par leurs coordonnées géographiques $(L'\lambda')$, $(L''\lambda'')$.

» IV. Étant donnée la longitude L''' d'un point situé sur un grand cercle passant par deux points $(L'\lambda')$, $(L''\lambda'')$, trouver la latitude λ''' de ce point.

» Ce problème peut encore s'énoncer de la façon suivante :

» Étant donnés, au moyen de leurs coordonnées géographiques, deux points situés sur la surface terrestre, trouver la latitude du point où le grand cercle qui les joint coupe un méridien donné. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau signe de la mort, tiré de la pneumatose des veines rétiniennes.* Note de M. **E. Bouchut**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« Au moment de la mort, il se dégage du sang veineux des gaz qui s'y trouvent normalement emprisonnés et qui forment une pneumatose des veines.

» La pneumatose des veines rétiniennes est facilement appréciable avec l'ophthalmoscope, et elle constitue un signe immédiat et certain de la mort. Chez l'homme qui vient de mourir, la pneumatose des veines rétiniennes est indiquée par l'interruption de la colonne sanguine de ces veines, phénomène comparable à celui qu'on observe dans la colonne interrompue d'un thermomètre à alcool coloré. »

M. **Domeyko** adresse à l'Académie la collection de minéraux du Chili dont il l'a déjà entretenue dans une Communication précédente. (Voir p. 328 de ce volume, séance du 2 février 1874.)

Cette collection, destinée par l'auteur à être conservée à l'École des

Mines, sera soumise à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Daubrée, Des Cloizeaux.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie, de la part du Conseil des travaux de la Marine, un Mémoire de M. *du Rocher du Queugo,* sur les navires à grande vitesse, que le Conseil désire soumettre au jugement de l'Académie.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de la Section de Géographie et Navigation, à laquelle MM. Phillips et Resal sont priés de s'adjoindre.

M. Callaud adresse, pour le Concours de l'un des prix décernés annuellement par l'Académie, une Note sur la pile dont il est l'auteur.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Corne adresse une Note sur « le tænia considéré comme la cause du *loudiot* du jeune chien et de la rage spontanée du chien adulte. »

(Renvoi à l'examen de M. Bouley.)

M. Landwerlin adresse une Note relative à diverses questions de Physiologie végétale.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. E. Robert adresse des observations d'Entomologie générale, destinées à éclairer la marche à suivre pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. T. Héna adresse une Note complémentaire sur les terrains quaternaires des environs de Saint-Brieuc.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note sur ses obturateurs des radiations extrêmes.

(Renvoi à la Commission du Concours Trémont.)

M. Gillet-Damitte adresse une nouvelle Observation constatant l'efficacité du sirop de Galega.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. W. Huggins, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Ministre de l'Instruction publique de Russie adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 5e volume du « ВРЕМЕННИКЪ ДЕМИДОВСКАГО ЮРИДИЧЕСКАГО ЛИЦЕЯ : Annuaire du Lycée juridique (école de droit) de Demidoff. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Diamilla-Müller*, imprimé en italien, et portant pour titre : « Sur la connexion probable entre les éclipses de Soleil et le magnétisme terrestre. »

GÉOMÈTRIE. — *Démonstration géométrique de quelques théorèmes, au moyen de la considération d'une rotation infiniment petite.* Note de M. A. Mannheim, présentée par M. de la Gournerie.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie peut être considérée comme le développement d'une partie de celle qui a paru dans le *Compte rendu* du 9 mai 1870 et que j'avais intitulée : *Quelques résultats obtenus par la considération du déplacement infiniment petit d'une surface algébrique.*

» 1. Une surface du second ordre (S) tourne autour d'une droite arbitraire D; à un instant quelconque, elle touche son enveloppe suivant une biquadratique B, qui est l'intersection de la surface mobile considérée dans deux positions infiniment voisines. Cette biquadratique rencontre D aux points où cette droite perce (S), et elle est le lieu des pieds des normales abaissées de chacun des points de D sur (S).

» La surface formée par ces normales, et que j'ai appelée *normalie*, est une surface du huitième ordre sur laquelle D est une droite sextuple.

2. La biquadratique B peut être décomposée en courbes plus simples lorsque D occupe certaines positions particulières. Désignons par Δ la droite qui, prise comme axe de rotation, sera telle que B se décompose en

coniques *que nous désignerons toujours par* C. Ces coniques sont alors les directrices de normalies du quatrième ordre, sur chacune desquelles Δ est une droite triple. De là résulte que :

» *De chacun des points de* Δ *on peut abaisser trois normales dont les pieds sont sur une conique* C.

» Désignons par δ le point où Δ rencontre C. Ce point n'est autre que le point de rencontre des deux normales à (S) qui sont dans le plan de C. On voit ainsi que :

» *Une conique* C *est telle que les normales à* (S) *contenues dans son plan se coupent sur* (S).

» 3. Lorsque la conique C considérée comme figure de grandeur invariable se déplace sur (S), les plans normaux aux trajectoires de ses points se coupent suivant Δ.

» En général, une conique quelconque tracée sur (S), et que l'on suppose de grandeur invariable, peut se déplacer sur cette surface ; mais les plans normaux aux trajectoires de ses points enveloppent un cône du second degré, dont le sommet est sur le plan de la conique (CHASLES) (1).

» Si l'on suppose que, pour trois points de cette conique, les normales à (S) se coupent en un même point, ce cône se réduit alors à une droite Δ.

» De tout cela, nous concluons que :

» *Si une conique est telle que les normales à* (S) *issues de trois de ses points se coupent en un même point, il y aura de même une infinité d'autres groupes analogues de trois normales à* (S), *et les points de rencontre de ces normales sont sur une même droite* Δ (DESBOVES) (2).

» 4. Le plan *d'une conique* C, que l'on déplace en la faisant tourner infiniment peu autour de la droite Δ correspondante, touche son enveloppe suivant une droite qui est la caractéristique du plan de C. Cette caractéristique n'est autre que la projection de Δ sur le plan de C. Cette projection, qui passe par δ, rencontre de nouveau C en un point a.

» Le point a, appartenant à la caractéristique du plan de C, a sa trajectoire tangente à ce plan, et, comme il reste sur (S), sa trajectoire doit être tangente à C. Le plan normal à la trajectoire du point a passe par Δ, et

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 26 juin 1843, le Mémoire de M. Chasles : *Propriétés géométriques relatives au mouvement infiniment petit d'un corps solide libre dans l'espace.*

(2) Voir l'ouvrage de M. Desboves : *Théorie nouvelle des normales aux surfaces du second ordre.*

la trace de ce plan passe par δ. La droite $a\delta$, qui est cette trace, est donc normale à C. Ainsi :

» *La projection de* Δ *sur le plan de la conique* C *est une normale à cette courbe* (DESBOVES) (1).

» 5. Tout plan mené par Δ coupe la normalie à (S) suivant une seule droite, qui est une normale à (S). Ce plan est tangent à la normalie au point où cette normale rencontre Δ. Parmi les plans sécants, nous pouvons prendre le plan contenant la normale à (S), dont le pied est en δ. Ce plan devant être tangent à la normalie au point δ, doit contenir la tangente en ce point C. Donc :

» *Le plan normal à* (S), *qui contient la tangente au point* δ *à la courbe* C, *contient aussi la droite* Δ.

» 6. La normalie à (S), dont C est la directrice, a pour contour apparent sur le plan de C la développée de cette courbe. La projection de Δ sur le plan de C est une tangente à cette développée. En dehors de son point de contact, cette tangente ne rencontre cette développée qu'en quatre points. Ces points sont les projections de quatre points de Δ, qui sont des centres de courbure principaux de (S). Aux pieds des normales qui contiennent ces centres de courbure principaux, la courbe C est tangente à des lignes de courbure de (S). Comme une tangente à la développée de C ne rencontre cette développée qu'en deux points réels, nous voyons que :

» C *est tangente à quatre lignes de courbure de* (S); *deux des points de contact sont réels* (2).

» 7. La biquadratique B, décomposée en deux coniques, est une courbe qui a pour points doubles les deux points de rencontre de ces coniques. La droite Δ est donc telle que, après une rotation infiniment petite de (S), cette surface vient en (S_1), qui est doublement tangente à (S). Comment une droite doit-elle être placée pour qu'une surface qui tourne autour de cette droite soit, après la rotation, tangente à la première position qu'elle occupait?

» Prenons d'abord un déplacement fini de (S) autour d'un axe D, et soit

---

(1) *Loc. cit.*

(2) *Une conique quelconque tracée sur* (S) *est tangente à quatre lignes de courbure de cette surface.*

Circonscrivons à (S) un cône le long de cette conique. Du sommet de ce cône, abaissons les quatre normales sur cette conique, les pieds de ces normales sont les points où la conique touche des lignes de courbure de (S), car ces quatre normales et les tangentes à la conique, issues de leurs pieds, sont des tangentes conjuguées rectangulaires.

(S_1) la nouvelle position de (S). Je suppose que ces deux surfaces soient tangentes entre elles, en un point c. La normale en c à (S) rencontre D au point b. De ce point b abaissons des normales sur (S); l'une be, qui a son pied en e sur (S), est, je suppose, celle qui, après la rotation, vient en bc. Puisque be en tournant autour de D vient en bc, c'est que $be = bc$ et que la droite D est dans un plan perpendiculaire sur le milieu de ec.

» Si nous considérons maintenant un déplacement infiniment petit de (S), les points e et c sont infiniment voisins et, comme les normales en ces points se rencontrent sur D, l'élément de ec appartient à une ligne de courbure de (S) et le point b est un centre de courbure principal. Le plan des droites be, bc est le plan d'une section principale de (S) et il est normal en b à la développée de cette surface. La droite D, qui doit être dans un plan perpendiculaire à celui-ci et mené par la normale qui contient b, est donc, dans le plan de la section principale, tangente en b à la développée de (S). Nous avons ainsi la réponse à la question posée précédemment.

» Autrement. Lorsqu'une surface tourne autour d'une droite, elle a pour enveloppe une surface de révolution qu'elle touche tout le long de la *caractéristique*. Cette caractéristique peut être considérée alors comme la directrice d'une normalie commune à ces deux surfaces. Si la caractéristique a un point double m, les deux surfaces à partir de ce point ont deux normalies communes : elles sont donc osculatrices entre elles au point m.

» Pour la surface de révolution, l'un des centres de courbure principaux est au point de rencontre de l'axe D et de la normale issue du point m, et le plan de l'une des sections principales est le plan méridien passant en m. Il en est alors de même de la surface mobile qui lui est osculatrice en m. Nous voyons donc que :

» *L'axe de rotation d'une surface mobile, laquelle touche son enveloppe en un point double de la caractéristique de cette enveloppe, est tangent à la développée de la surface mobile.*

» Ce dernier mode de démonstration indique bien clairement la marche à suivre pour trouver la situation des axes de rotation pour lesquels la caractéristique de l'enveloppe d'une surface mobile possède un point multiple.

» Réciproquement, comme on le voit facilement, si un axe de rotation est tangent à la développée d'une surface mobile, cette surface touche son enveloppe en un point double de la caractéristique de cette enveloppe.

» Dans le cas particulier où cette surface mobile est une surface du deuxième ordre tournant autour d'une droite Δ, la caractéristique se com-

pose de deux coniques donnant lieu à deux points doubles; par suite :

» *La droite* Δ *est bitangente à la développée de la surface du second ordre* (LAGUERRE) (1).

» Si la caractéristique se décompose en une droite et une cubique gauche, l'axe de rotation correspondant est aussi bitangent à la développée de la surface mobile.

» 8. Il résulte de ce qui précède (6 et 7) qu'il y a six centres de courbure principaux situés sur des normales à (S) issues des points d'une conique C. De là on déduit facilement que :

» *La normalie à* (S), *dont la directrice est une conique* C, *touche la développée de* (S) *suivant une courbe du huitième ordre.*

» Ce théorème s'étend aisément au cas où la directrice de la normalie est une conique quelconque de (S). »

ASTRONOMIE. — *Orbite apparente et période de révolution de l'étoile double* η *de la Couronne.* Note de M. C. FLAMMARION, présentée par M. Faye.

« Le système stellaire η de la Couronne boréale se compose de deux astres offrant à peu près le même éclat et la même couleur. L'étoile à laquelle on rapporte le mouvement orbital du couple est à peine un peu plus brillante que sa compagne; celle-ci est de 6e grandeur, et la première est de $5\frac{1}{2}$. Toutefois il n'y a pas d'équivoques dans les observations. Les deux composantes sont presque blanches, faiblement teintées de jaune, surtout la seconde. La position de ce groupe sur la sphère céleste est actuellement

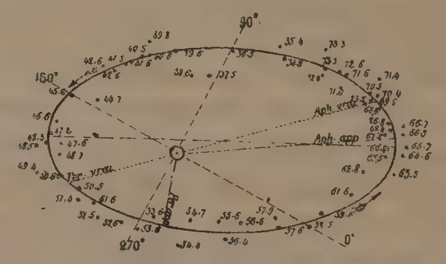
$$\text{Æ} = 15^h 17^m 8^s; \quad \text{Ⓓ} = +30°46'.$$

» En étudiant les observations modernes de cette étoile double, pour la construction de son orbite, j'ai été conduit, comme pour le cas des systèmes binaires ξ de la Grande-Ourse et ζ d'Hercule, dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie, à modifier le chiffre de la durée de révolution adopté jusqu'ici. Cette durée doit être diminuée de près de 3 ans, et fixée à 40 ans environ. La période admise généralement et inscrite dans les Traités d'Astronomie est de 43 ans; la plupart des orbites calculées précédemment pour ce couple s'accordaient du reste à donner à sa durée de révolution des valeurs oscillant autour de ce chiffre. Sir John Herschel avait trouvé pour cette période $44^{\text{ans}}24$, Madler $43^{\text{ans}}25$, Villarceau $42^{\text{ans}}50$ par une solution et $66^{\text{ans}}26$ par une autre, Winnecke 43 ans; Struve et Secchi adoptent ce dernier nombre. Ma conclusion repose sur la discussion de quatre-

(1) Voir *Comptes rendus*, séances des 9 et 23 février 1874.

vingt-six observations moyennes différentes, que j'ai comparées pour l'étude du mouvement angulaire, et parmi lesquelles dix seulement ont dû être éliminées à cause de leur évidente divergence ou de leur incertitude. Pour la construction de la courbe, j'ai pu utiliser soixante-trois observations complètes (angles de position et distances), ce qui m'a permis de déterminer avec la plus grande exactitude, par la méthode graphique, l'ellipse du mouvement apparent vu de la Terre.

» Malgré l'exiguïté de la distance qui sépare entre elles les deux composantes, les erreurs d'observation sont moins considérables que pour l'étoile ζ d'Hercule, et quoique le passage au périhélie s'accomplisse à la distance de 0″,36 seulement, il est observable, et l'on n'a pas d'occultation apparente comme dans le cas du couple précédent. C'est certainement là l'un des



Orbite apparente de l'étoile double η de la Couronne.

systèmes d'étoiles doubles les plus resserrés. La figure ci-dessus est construite à la même échelle que celle de ζ d'Hercule, c'est-à-dire dans la proportion exagérée de 30 millimètres pour une seconde d'arc. L'orbite est beaucoup plus petite que celle de cette étoile, quoique la révolution soit plus longue; mais il est juste d'ajouter que nous ne connaissons la parallaxe ni de l'une ni de l'autre. Comme on le voit, cette orbite apparente est très-excentrique, tandis que l'orbite réelle est presque circulaire. Les positions du satellite observées oscillent de part et d'autre de la courbe qui passe par la moyenne, et le long de laquelle on peut suivre la révolution depuis 1822 jusqu'à ce jour. Les dates sont inscrites en années et dixièmes d'année, et abrégées à cause de l'exiguïté de la figure. Voici les éléments que j'ai conclus de l'ensemble des observations :

Demi-grand axe	0″,865
Excentricité	0′,8615
Passage au périhélie apparent	1853,95 à 287°
Distance du périhélie apparent	0″364
Moyen mouvement annuel	8° 57′ 40″
Durée de la révolution	40 ans, 17.

» Le prochain passage au périhélie aura lieu au mois de février 1894.

» Les angles de position sont indiqués sur la figure ci-jointe, ainsi que la position des deux périhélies et des deux aphélies. On voit que le mouvement de translation s'opère pour ce système dans le sens de la numération des degrés, c'est-à-dire de l'ouest vers l'est par le nord (zéro).

» L'aphélie apparent a eu lieu en 1866,50 à 34 degrés et à la distance de 1″,092. La distance moyenne des composantes de ce couple n'est donc que de 0″,728. L'étoile principale se trouve à 0″,23 du centre, et à 0″,063 seulement de distance du grand axe de l'orbite apparente. Le périhélie apparent est situé à l'ouest-nord-ouest de l'étoile principale, à peu près comme celui du système ζ d'Hercule.

» Par la projection du grand axe de l'orbite absolue, on voit que l'excentricité de cette orbite est de 0,287. Ce n'est pas une excentricité cométaire, comme il arrive pour la plupart des étoiles doubles. Elle est de l'ordre des orbites planétaires et *peu supérieure à celle de Mercure* dans notre système solaire, celle-ci étant de 0,206.

» Le passage au périhélie a eu lieu en 1849,7 à 224 degrés, et le passage à l'aphélie serait en 1869,8 à 44 degrés.

» Si l'on s'en tenait aux observations de William Herschel, la période de révolution pourrait être conservée à quarante-deux ans environ, car l'étoile satellite est indiquée par lui à 30°,7 en 1781,69 et les observations de Otto Struve la placent au même point en 1865,73. Une autre observation d'Herschel l'indique à 179°,4 en 1802,69 et la série de Pulkova la fait passer en cette position à la date 1845,49; mais si l'on étudie les positions récentes prises à Pulkova (j'ai pu le faire, grâce à la bienveillante obligeance de M. Otto Struve), si l'on apprécie leur haut degré de précision, si l'on compare également la série remarquable de Dawes, si enfin on dégage la valeur moyenne de l'ensemble des observations modernes, on trouve, pour la durée de révolution de ce couple stellaire, le chiffre que j'ai donné plus haut. L'inspection de la figure de l'orbite et des dates le montre, d'autre part, presque à première vue.

» La solution de soixante-six ans, donnée par M. Villarceau et qui a été adoptée par plusieurs astronomes, provenait d'une interprétation particulière des deux observations d'Herschel, que je viens de rappeler, en acceptant pour 1802, d'après une indication de sir John Herschel, un angle de 359°,4 au lieu de 179°,4, et en renversant de 180 degrés la position de 1781, correction que la similitude d'éclat des deux composantes rendait possible. On voit qu'aujourd'hui il n'est plus nécessaire d'avoir recours à cette hypothèse et que la période doit être fixée à $40^{ans},17$.

» La distance périhélie des deux astres peut servir à déterminer la grandeur de leurs disques factices. En effet, à la distance minimum de de 0″,364, les deux disques ne s'occultent pas et pénètrent à peine l'un dans l'autre (vus dans les grands instruments) ; le diamètre de chaque disque ne dépasse donc pas 0″,4. Or ce chiffre est également celui auquel conduisent les mesures directes des grandeurs d'étoiles pour des objectifs de 9 pouces et au-dessus. Les deux disques apparents se pénètrent un peu au périhélie. En 1855,39, le P. Secchi les séparait à peine et écrivait sur son registre la remarque : « Veduta da noi come la figura della cifra 8, è anche » talora pareva separata ». En 1856,39, le capitaine Jacob écrivait de Madras : « Is opening again ». Au point de vue optique, ces deux fines étoiles forment un des meilleurs objets d'essai pour la valeur des instruments. J'ai pu les distinguer l'année dernière avec un télescope de 20 centimètres et un grossissement de 400 fois : la distance était de 0″,85 ; l'atmosphère était d'une pureté et d'un calme rares et cependant la séparation des deux étoiles ne pouvait se faire que par moments.

» Remarquons que W. Herschel indique ces deux étoiles comme blanchâtres ; W. Struve comme « jaunes » et « plus jaunes » ; Webb comme « blanches » et « jaunes d'or » ; Dembowski comme blanches toutes deux, etc. Ces appréciations sont purement subjectives et n'indiquent pas de variabilité, comme cela paraît être le cas pour l'éclat et la nuance du compagnon de ζ d'Hercule.

» Voici les observations d'après lesquelles l'orbite précédente a été déterminée :

Dates.	Positions.	Distances.	Obs.
1826,77	35°,3	1″,08	Σ_1
1829,55	43,2	0,96	»
1831,63	50,6	0,88	»
1832,76	56,9	0,79	»
1834,84	69,2	0,70	»
1835,41	74,3	0,73	»
1836,52	88,8	0,56	»
1837,47	95,4	0,39	»
1838,44	107,0	0,37	»
1839,59	119,8	0,5	D
1839,83	132,5	(0,58)	Σ_2
1840,51	138,1	0,51	»
1840,62	135,9	0,5	D
1841,50	149,7	0,52	Σ_2
1841,65	149,4	0,5	D
1842,58	156,6	0,5	»
1842,60	159°,1	0″,57	Σ_2
1844,71	175,5	0,48	»
1845,61	180,1	0,60	»
1846,61	195,7	0,61	»
1847,24	199,9	0,63	D
1847,64	203,9	0,56	Σ_2
1848,34	204,4	0,65	D
1848,47	207,4	0,69	»
1848,71	209,8	0,58	Σ_2
1849,44	218,3	0,69	D
1849,65	220,3	0,60	Σ_2
1850,52	230,8	0,49	»
1851,42	238,1	0,55	D
1851,56	241,8	0,48	Σ_2
1852,52	250,1	0,5	D
1852,62	261,2	0,44	Σ_2

Dates.	Positions.	Distances.	Obs.
1853,56	280,9	0,32	»
1853,64	273,3	0,44	D
1854,42	301,5	0,47	»
1854,66	313,2	0,33	Σ_2
1855,62	330,2	0,40	»
1856,39	327,7	0,5	J
1856,62	342,6	0,47	Σ_2
1857,62	351,8	0,65	»
1857,95	355,8	0,6	J
1858,54	359,6	0,76	Σ_2
1859,61	5,8	0,79	Σ_2
1861,58	15,8	0,90	»
1862,77	22,5	0,92	»
1863,54	23,6	1,10	»
1864,60	27,8	1,13	»
1865,49	27,4	1,03	*d*
1865,73	30,7	1,14	Σ_2
1866,44	30,1	1,04	*d*
1866,54	33,1	1,12	S
1866,66	35,4	1,13	Σ_2
1867,50	33,2	1,04	*d*
1868,39	36,5	1,06	»
1868,56	41,3	1,05	Σ_2
1869,52	42,7	0,97	»
1870,38	44,0	1,04	*d*
1870,52	46,1	1,01	Σ_2
1871,45	47,7	1,08	*d*
1871,58	52,7	0,93	Σ_2
1872,59	55,4	0,91	»
1873,34	64,2	0,90	B
1873,54	57,4	0,82	Σ_2

(Σ_1 = William Struve; Σ_2 = Otto Struve; D = Dawes; J = Jacob; *d* = Dembowski; S = Secchi; B = Brunnow.)

PHYSIQUE. — *Sur le mode de production de certains courants d'induction.* Note de M. A. GAIFFE, présentée par M. Desains.

« En expérimentant l'appareil d'induction que j'ai installé à l'Assemblée nationale, pour allumer le gaz de la salle des séances, j'ai remarqué les faits suivants :

» 1° Lorsque, la bobine étant mise en marche, il arrive qu'elle se décharge par une étincelle éclatant entre un de ses paratonnerres et le sol, il naît, dans le système de câbles chargé de conduire le courant tour à tour à chacun des lustres, et qui ne communique, d'une manière permanente, qu'avec un des pôles de la bobine, il naît, dis-je, des courants qui allument un nombre variable de becs de gaz.

» 2° Lorsqu'on ferme le courant par un des câbles, non-seulement le lustre qui lui correspond s'allume, mais quelques becs des autres lustres s'allument aussi.

» 3° Lorsque la bobine ne se décharge ni sur elle-même, ni sur un des fils de retour, elle peut marcher pendant fort longtemps, sans que le câble principal qui communique avec elle laisse échapper la plus petite étincelle.

» Il y avait là des phénomènes que je résolus d'examiner de près, et dans ce but je construisis les appareils que j'ai l'honneur de présenter à l'Aca-

démie. Ils m'ont permis de faire commodément les expériences qui forment le sujet de cette Note.

» *Première expérience.* — Lorsqu'on fait passer les courants induits inverse et direct d'une bobine de Ruhmkorff dans un circuit bon conducteur de l'électricité, une aiguille d'acier placée au milieu d'une hélice magnétisante, faisant partie du circuit, n'est pas aimantée sensiblement; elle n'est pas aimantée davantage lorsqu'on élimine le courant de fermeture.

» *Deuxième expérience.* — Lorsqu'on ouvre le circuit par une très-courte solution de continuité qui laisse passer l'étincelle entourée d'une belle auréole, on n'obtient pas non plus une aimantation appréciable de l'aiguille, qu'un seul ou que les deux courants successifs passent pas l'hélice magnétisante.

» *Troisième expérience.* — Lorsqu'on allonge la solution de continuité de manière à obtenir une étincelle ayant une faible auréole, les aiguilles d'acier s'aimantent légèrement, toujours dans le même sens, qu'on emploie les courants inverse et direct ou le courant direct seulement.

» *Quatrième expérience.* — Lorsque l'étincelle est suffisamment longue pour n'avoir plus d'auréole, l'aimantation des aiguilles est énergique et conserve la même direction, qu'on élimine ou non le courant inverse.

» *Cinquième expérience.* — Lorsque le circuit est largement ouvert et que l'étincelle ne peut jaillir, on n'obtient aucune aimantation des aiguilles.

» *Sixième expérience.* — Lorsqu'on opère avec deux circuits parallèles et que l'un d'eux sert de conducteur au courant induit de la bobine, le courant induit de deuxième ordre ne s'obtient que quand il y a une solution de continuité dans le courant induit de premier ordre, et, comme l'aimantation dans l'expérience précédente, il n'atteint son maximum de puissance que lorsque l'étincelle de premier ordre n'a plus d'auréole.

» *Septième expérience.* — Le courant de deuxième ordre aimante presque toujours en sens inverse de celui que donne le premier ordre. Il peut être *fermé par un bon conducteur, fermé par l'étincelle ou entièrement ouvert*, sans que l'aimantation des aiguilles cesse de se produire.

» *Huitième expérience.* — Le courant de deuxième ordre fermé par un bon conducteur, fermé par étincelle ou ouvert, fait naître un courant de troisième ordre qui peut, *fermé ou ouvert*, aimanter, étinceler et induire un courant de quatrième ordre, etc., etc.

» *Neuvième expérience.* — Un circuit induit de deuxième, troisième, quatrième ordre, etc., peut avoir, indépendamment de la solution de continuité qui laisse jaillir l'étincelle, une très-large ouverture dans la partie qui est soumise directement à l'action du courant inducteur, sans que le phénomène d'induction cesse et qu'il perde aucune de ses propriétés.

» *Dixième expérience.* — Lorsqu'on ferme le courant de la bobine sur lui-même par une étincelle sans auréole, et qu'on fait communiquer par une de ses extrémités un fil parfaitement isolé avec un des pôles de la bobine, il naît dans ce fil un courant inverse du courant de premier ordre, qui jouit de toutes les propriétés du courant de deuxième ordre.

» *Onzième expérience.* — Si l'on fait une ou plusieurs petites solutions de continuité dans ce fil, le courant se manifeste par des étincelles qui jaillissent entre les divers tronçons, quoique tous, à l'exception du premier qui communique avec la bobine, soient parfaitement isolés.

» *Douzième expérience.* — Si l'on courbe une des parties terminales d'un circuit induit ouvert, de façon à amener une des extrémités dans le voisinage d'un autre point du circuit, il s'échange une étincelle entre ces deux points voisins, même si la partie courbée est très-éloignée de celle qui est soumise à l'action du circuit inducteur.

» *Treizième expérience.* — Si, sur un circuit induit d'un ordre quelconque, disposé de facon à pouvoir servir de circuit inducteur, on greffe, au tiers de sa longueur par exemple, un fil par une de ses extrémités, il naît dans ce fil greffé un courant de sens inverse à celui du circuit principal, ce que l'on constate par l'aimantation simultanée de deux aiguilles. Le sens du courant reste le même, qu'on ferme le circuit greffé par étincelle sur le circuit principal ou qu'on le laisse complétement ouvert.

» *Quatorzième expérience.* — On peut, en faisant varier la longueur des étincelles des courants de deuxième, troisième, quatrième ordre, etc., obtenir des changements de sens de l'aimantation produite par les courants. Je n'ai pas obtenu, jusqu'à présent, des résultats assez constants pour que le tableau qui les consigne puisse être publié.

» *Quinzième expérience.* — Craignant que la proximité des bobines ne fût la cause de quelques-uns des phénomènes observés, je les ai séparées l'une de l'autre par un intervalle de 1 mètre, et j'ai constaté que les résultats restaient les mêmes exactement que ceux qui avaient été obtenus avec des bobines rapprochées (1).

» Je continue ces recherches; mais avant d'insister sur les conséquences auxquelles elles semblent me conduire, je demanderai à l'Académie la permission de lui communiquer quelques nouvelles expériences sur le même sujet.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *De l'influence des substances albuminoïdes sur les phénomènes électro-capillaires.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Becquerel. (Extrait.)

« Les faits que j'ai l'honneur de signaler à l'attention de l'Académie se rattachent à la question des phénomènes électro-capillaires, découverts par M. Becquerel. Lorsque deux liquides hétérogènes sont séparés par une membrane organique ou par un espace capillaire, ils donnent naissance, comme l'a montré M. Becquerel, à un courant électrique qui est capable de produire des effets chimiques et mécaniques. On obtient ainsi des réductions de métaux et des doubles décompositions qui n'ont pas lieu dans les conditions ordinaires. J'ai observé que, dans beaucoup de cas,

(1) Les constatations faites dans ces conditions sont les suivantes :

Circuit de premier ordre fermé métalliquement, ou par étincelle courte à auréole, ou ouvert complétement, ne pouvant servir d'inducteur; le même fermé par étincelle sans auréole, induisant fortement les circuits suivants : circuits de deuxième, troisième et quatrième ordre fermés métalliquement ou ouverts, possédant toujours les pouvoirs induisant et magnétisant.

l'interposition d'une couche de substance albuminoïde (blanc d'œuf, albumine du sang) entre les deux liquides pouvait déterminer les mêmes phénomènes électro-chimiques.

» J'ai employé, pour ces expériences, le procédé suivant. Dans un tube en U, je verse d'abord de l'albumine, de manière à remplir le fond; puis, de chaque côté, je verse lentement, et de manière à empêcher le mélange brusque avec l'albumine, les liquides qui doivent réagir l'un sur l'autre. Au bout de quelque temps, les solutions se rencontrent dans la couche d'albumine, et donnent lieu alors aux doubles décompositions indiquées par M. Becquerel. C'est ainsi qu'en mettant d'un côté une solution de sulfate de cuivre, et de l'autre une solution d'oxalate de potasse, il se forme de très-beaux cristaux bleus d'oxalate double de cuivre et de potasse.

» De même, en mettant d'un côté du sulfate de soude, et dans l'autre du nitrate de chaux, on obtient des cristaux de sulfate de soude et de chaux. Ces cristaux, dans ce cas, forment toujours une masse plus ou moins grenue, et ne prennent point la forme de stalactites, qu'ils affectionnent quand on se sert de membranes.

» La Chimie et la Physiologie ont déjà tiré parti, pour l'explication d'un grand nombre de phénomènes, des actions électro-moléculaires ; je crois que leur importance dans les actes organiques est encore démontrée par cette action des substances albuminoïdes.

» En prenant pour exemple la substance osseuse, on conçoit aisément la formation du phosphate de chaux. En séparant, par une couche d'albumine, du phosphate de soude et du nitrate de chaux ou du chlorure de calcium, on obtient du phosphate de chaux du côté où l'on avait mis le phosphate de soude. On peut conclure de ces faits l'indication pratique qu'il est peut-être plus utile d'administrer ces sels séparément que de faire prendre directement les phosphates de chaux, puisque la production de ce sel se fait facilement dans l'organisme.

» De plus, tandis que ni le chlorure de calcium, ni le phosphate de soude ne déterminent la coagulation de l'albumine, il se forme une coagulation très-manifeste, ou comme une série de membranes dans la région où se passent les doubles décompositions. On peut même dire, en général, qu'il y a toujours une coagulation plus ou moins étendue chaque fois qu'il y a production de courants électro-moléculaires, alors même que les liquides employés ne produisent pas directement de coagulation. Cette coagulation est due probablement à ces courants mêmes, car elle ne se fait que d'un côté, du côté qu'on peut considérer comme pôle positif.

» En même temps, et surtout lorsque la coagulation empêche les liquides de communiquer librement, nous avons observé parfois des différences de niveau dans le sens du courant.

» Nous citerons encore le fait suivant, qui nous paraît assez important au point de vue de l'assimilation de ces phénomènes avec ceux qui se passent dans l'organisme. M. Cl. Bernard a démontré que tous les sels de fer, en traversant l'organisme, subissent une transformation chimique qui consiste en une désoxydation ou passage à l'état de protosel. Nous obtenons cette même transformation lorsque le perchlorure de fer arrive en contact avec de l'albumine. En versant, du côté opposé, du prussiate rouge de potasse, on observe, au bout de deux ou trois jours, uniquement sur la limite des contacts, un fort liséré bleu, qui va en augmentant et qui indique la transformation du perchlorure en protochlorure de fer. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'épuisement physiologique de la levûre de bière et remarques à l'occasion d'une récente Communication de M.* Schutzenberger *sur le même sujet;* par M. A. Béchamp.

« Il y a quelques jours (*Comptes rendus*, p. 49 de ce volume), M. Schutzenberger a publié une Note où sont confirmés plusieurs des résultats de mes recherches sur la levûre de bière. Je prie l'Académie de me permettre de réclamer auprès d'elle la priorité des expériences et même des idées, du moins dans ce que ces idées avaient de nouveau, à l'époque où j'ai commencé à les développer.

» M. Schutzenberger trouve, comme moi, que la levûre dans l'état d'inanition (l'auteur dit : « à jeun »), outre l'acide carbonique, produit de l'alcool, un principe gommeux, de la leucine, de la tyrosine et des phosphates (1).

---

(1) M. Schutzenberger ne paraissant pas connaître mes publications sur ce sujet, je demande la permission de les rappeler :

1° Sur l'acide acétique dans la fermentation alcoolique (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 969, 1086, 1231, et t. LVII, p. 496; 1863); 2° Note sur la fermentation alcoolique (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 601); 3° Sur l'épuisement physiologique et la vitalité de la levûre de bière (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 689); 4° Nouvelle méthode d'incinération des matières animales et végétales. Application au dosage des éléments minéraux et de la levûre de bière (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 337); 5° Sur la cause de la fermentation alcoolique par la levûre de bière et sur la formation de la leucine et de la tyrosine dans cette fermentation (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 184). 6° Recherches sur la théorie physiologique de la fermentation alcoolique de la levûre de bière (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1036).

» J'avais trouvé (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 184) que la levûre, en s'épuisant, produisait :

» 1° *Produits volatils :* alcool, acide acétique, acide carbonique et, à la fin, de l'azote.

» 2° *Produits fixes :* A. *Matières minérales :* acide sulfurique, acide phosphorique, potasse, soude, magnésie. B. *Matières organiques :* zymose, albumine, substance gommeuse dextrogyre, leucine, tyrosine, résidu sirupeux.

« Relativement à l'alcool, M. Schutzenberger veut bien dire qu'on le savait déjà. Je ferai remarquer qu'on croyait que cet alcool provenait d'une précédente fermentation; au contraire, j'ai cherché à établir que la levûre forme de l'alcool nouveau aux dépens de ses propres matériaux.

» Quant au principe gommeux, dont M. Schutzenberger dit qu'il « offre tous les caractères de la gomme arabique (*arabine*) », je ferai remarquer que celui que j'ai isolé en diffère profondément. J'ai été, comme M. Schutzenberger, frappé de la ressemblance, à cause de l'acide mucique qu'il fournit par l'acide nitrique; mais, comme je l'avais indiqué, elle est dextrogyre, et son pouvoir rotatoire est compris entre 59° ↗ et 61° ↗. A ce propos j'ai pris le pouvoir rotatoire de la gomme arabique, purifiée par le procédé de M. Fremy. On sait que la gomme est lévogyre; or j'ai trouvé $[\alpha]_j = 24°$ ↘; sauf une petite quantité d'azote qui peut prévenir d'une impureté, elle a sans doute la composition de la gomme; j'ajoute qu'elle est saccharifiable par l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu, mais plus difficilement que la gomme. De même que la gomme pure, elle ne réduit pas le réactif cupropotassique; mais elle offre, avec ce réactif, une propriété qui la différencie encore de la gomme : lorsqu'on verse sa solution dans le réactif cupropotassique (formule de Fehling), il se forme aussitôt un coagulum volumineux, qui se contracte en une combinaison cuivrique bleue dès que l'on chauffe. Dans ces conditions, la gomme ne donne rien de semblable : j'ai vainement cherché ce corps dans le résidu insoluble dans l'alcool que fournit la fermentation du sucre par la levûre de bière; ce résidu est sensiblement inactif. Il n'existe pas non plus dans le bouillon de levûre fraîche. Il est le produit constant des fonctions de désassimilation de la levûre en état d'inanition, même quand on la prive d'eau, comme on le verra plus loin.

» M. Schutzenberger attribue la découverte de la leucine, dans les produits de désassimilation de la levûre, à MM. Müller et Hesse. Je ferai remarquer qu'il s'agissait de levûre putréfiée; par suite, cela ne prouve rien dans l'espèce, puisque les matières albuminoïdes putréfiées donnent la

leucine; cela prouve tout au plus que les vibrioniens, qui se nourrissent de ces matières, fournissent de la leucine. Au contraire, j'ai mis beaucoup d'insistance à constater l'intégrité des cellules de levûre, l'absence de bactéries ou autres vibrioniens, et par suite de tout phénomène de putréfaction. Si j'ai mis un si grand soin à bien établir ce fait, c'est qu'il venait à l'appui de la doctrine de M. Dumas, savoir : que la levûre fonctionne, au point de vue physiologique, comme fonctionne un animal. La constatation de la formation de la leucine et de la tyrosine dans ces conditions était intéressante, en ce qu'elle rapprochait la fonction de la levûre de la manière d'être des animaux qui, dans certains centres organiques, produisent la tyrosine. Ajouterai-je que j'ai proposé le traitement indiqué de la levûre comme un moyen commode et économique de préparer la leucine et la tyrosine? Dirai-je enfin que l'on ne savait pas que la tyrosine se produit dans ces conditions et que, dans la fermentation alcoolique du sucre par la levûre de bière, la leucine et la tyrosine se forment également?

» On confond souvent la levûre de bière avec les ferments du vin ; c'est à tort : les ferments du vin fournissent infiniment moins d'acide phosphorique que la levûre de bière, et, lorsqu'on les soumet au régime de l'inanition, ils désassimilent beaucoup moins à poids égal, et la leucine ne se trouve qu'en infime quantité dans les produits désassimilés.

» J'ai inscrit l'albumine et la zymase parmi les produits de la désassimilation de la levûre. L'albumine de la levûre est bien différente de l'albumine des œufs. C'est de la caséine qu'elle se rapproche le plus : comme celle-ci, elle se dissout aisément dans le carbonate de soude après sa coagulation, ce que ne fait pas l'albumine coagulée; elle est précipitée de cette solution par l'acide acétique, mais son pouvoir rotatoire est bien inférieur à celui de la caséine, quoique de même sens.

» M. Schutzenberger admet que l'alcool fourni par la levûre en état d'inanition provient du sucre que formerait la levûre. J'ai déjà dit ailleurs ce que je pense de cette opinion que le sucre est nécessaire à la formation de l'alcool dans ces conditions : à aucun moment du phénomène, on n'en peut constater la présence; mais, en somme, comme la matière gommeuse est saccharifiable, j'avais d'abord pensé que celui qui est formé par la levûre est aussitôt consommé. Il n'en est rien; car, ayant fait agir la zymase et l'acide phosphorique étendu sur la matière gommeuse, à la température à laquelle le phénomène s'accomplit, je n'ai pas vu se former une trace de glucose.

» *Produits de la liquéfaction spontanée de la levûre.* — Mes premières

expériences avaient été faites en délayant la levûre dans l'eau. J'ai voulu savoir ce qui arriverait à la levûre en pâte, abandonnée à elle-même :

565 grammes de levûre, contenant 25 grammes pour 100 de levûre séchée à 100 degrés, sont placés dans une étuve chauffée à 25-30 degrés. Quarante-huit heures après elle était complétement liquéfiée. Elle avait dégagé de l'acide carbonique. Laissé dans l'appareil fermé pendant huit jours : levûre entière, pâte granuleuse, pas de bactéries, pas d'odeur de putréfaction. Jeté sur un filtre et laissé égoutter bien complétement :

Poids de la levûre avant........	565
Poids de la levûre égouttée après..	270
Liqueurs écoulées..........	295

» Le phénomène est le même au contact de l'air, comme dans une atmosphère d'acide carbonique. La même chose a lieu à la température ordinaire, mais plus lentement. Dans les produits liquides de la précédente expérience j'ai trouvé :

Alcool absolu..................	12^{cc}
Acide acétique..................	0^{gr},66

» Il n'y avait pas trace appréciable d'acide butyrique. Les autres matériaux, leucine, tyrosine, matière gommeuse, etc., comme quand la désassimilation a lieu au sein de l'eau.

» *La levûre fraîche contient-elle de la leucine et de la tyrosine?* — J'ai fait l'expérience suivante :

» 2000 grammes de levûre fraîche, contenant 25 grammes pour 100 de levûre sèche, sont délayés dans 1280 centimètres cubes d'eau et le mélange jeté, vingt-quatre heures après, sur des filtres pour laisser complétement égoutter :

Levûre et eau avant............	3280
Levûre égouttée................	1350
Liquide écoulé et perte......	1830

» Dans le liquide écoulé, il n'y a que des traces de leucine et de tyrosine.

» Les 1350 grammes de levûre restants de l'opération, soumis au même traitement, ont fourni ensuite :

Leucine......................	16^{gr}
Tyrosine.....................	2^{gr},5

» On peut donc admettre que la levûre fraîche ne contient ni tyrosine, ni leucine, lesquelles sont donc des produits d'une fonction spéciale de la cellule.

» Il est remarquable que la levûre qui a servi à une ou deux fermentations ne se fluidifie plus spontanément, du moins à la température ordinaire, même après six mois, lorsqu'on la conserve au contact de l'air, en l'abritant simplement contre les poussières. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du chloral sur l'albumine.* Note de M. H. Byasson, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une Note intitulée : *Du chloral et de sa combinaison avec les matières albuminoïdes* (1), M. Personne conclut de ses travaux que le chloral se combine avec l'albumine, et il en déduit une explication sur le mode d'action physiologique de ce composé. Mes expériences m'ont conduit à des résultats différents.

» Lorsqu'on verse dans une solution d'albumine d'œuf, renfermant environ 5 pour 100 d'albumine sèche, 10 à 15 grammes de chloral anhydre, il y a formation d'un coagulum, produit surtout par l'élévation considérable de température due à la combinaison du chloral avec l'eau. Le mélange d'une solution au dixième de chloral hydraté, avec une solution d'albumine, donne lieu à une coagulation partielle; le liquide prend l'aspect lactescent et se conserve tel très-longtemps; si on le chauffe jusqu'à l'ébullition, l'albumine se coagule presque complétement. En variant les quantités relatives de chloral hydraté et d'albumine, j'ai fait ainsi agir ces deux substances l'une sur l'autre, de manière à séparer, par décantation et filtration, une quantité de produits suffisante pour y rechercher le chloral. En faisant sécher lentement, à une température comprise entre 40 et 50 degrés, l'albumine coagulée dans ces conditions, même après un lavage préalable à l'eau distilée, on retrouve du chloral. Ce résultat n'a rien d'inattendu, vu la constitution physique de l'albumine coagulée, la fixation mécanique de substances même dissoutes et la difficulté de pénétration de l'eau dans sa masse. J'ai songé à laver la prétendue combinaison avec l'alcool, liquide qui, tout en contractant en quelque sorte l'albumine, jouit d'un grand pouvoir dissolvant pour le chloral; le lavage peut être considéré comme complet lorsqu'on a employé méthodiquement environ vingt-cinq fois le poids d'alcool. La substance ainsi lavée, désséchée lentement, présente l'aspect corné de l'albumine sèche, et elle donne une poudre blanche. Dans ces conditions, elle ne renferme pas de chloral; en effet, lorsqu'on la soumet en premier lieu à l'action d'une solution concentrée de potasse, il ne se dégage pas trop de chloroforme ou d'autre composé chloré volatil; en second lieu, si l'on détruit la substance organique, avec les précautions ordinaires, par l'emploi combiné de l'acide nitrique, du carbonate de potasse

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 129.

et de la chaleur, on retrouve dans le résidu du cyanure de potassium et seulement des *traces* de chlore. A moins d'admettre que la combinaison d'albumine et de chloral est assez peu stable pour être détruite par l'alcool, les expériences précédentes permettent d'avancer qu'elle ne se produit pas dans les conditions citées. La lactescence ou la coagulation partielle d'une solution d'albumine par le chloral hydraté, signalée déjà par moi en 1871, dans mon Mémoire sur l'hydrate de chloral, est due en partie à la neutralisation du carbonate alcalin. L'action si remarquable du chloral comme agent de conservation des matières animales, signalée déjà par divers savants et en particulier par MM. Hirn et Dujardin-Beaumetz, n'en reste pas moins définitivement démontrée, surtout par les expériences de M. Personne. Dans cette voie, j'avais déjà montré (Mémoire cité) son pouvoir antifermentescible, et indiqué depuis longtemps à M. Robin (1) le parti qu'on en pouvait tirer pour la conservation de certaines préparations histologiques. La pénétration facile du chloral en solution aqueuse dans les matières organiques animales, la coagulation partielle des matières albuminoïdes et le mélange physique d'une certaine quantité d'une substance qui s'oppose à la vie des organismes inférieurs me paraissent des raisons suffisantes pour expliquer les faits précédents.

» Dans cette même Note, M. Personne combat la théorie qui attribue à l'acide formique produit dans le dédoublement du chloral, en même temps que le chloroforme, une partie de son action physiologique, théorie que j'ai donnée en l'appuyant sur des faits qui ont fait l'objet de différentes Notes insérées aux *Comptes rendus*. Il est vrai que le formiate de soude, et je l'avais signalé, ne produit pas de phénomène anesthésique même à forte dose; mais le formiate d'éthyle est un puissant anesthésique, et l'on ne peut arguer que cette action tient à la constitution chimique, puisque l'acétate d'éthyle, par exemple, ne la partage pas. Quand le chloral ou le formiate d'éthyle agissent sur l'économie, l'acide formique est produit au sein même du sang, et la coloration spéciale et persistante produite dans ce cas n'est pas sans ressembler à celle que donne l'oxyde de carbone combiné aux globules. Ainsi, le dédoublement du chloral dans l'économie étant incontestable, le trichloracétate de soude qui fournit du chloroforme au sein de l'économie n'ayant pas une action identique à celle du chloral, le formiate d'éthyle étant anesthésique, j'ai conclu de mes expériences : 1° que la durée d'action plus longue du chloral, comparée à celle du chloroforme, était due à la lenteur de l'action chimique; 2° que la différence

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, janvier 1874.

dans les phénomènes physiologiques s'expliquait par l'intervention de l'acide formique produit en même temps que le chloroforme et agissant dans des conditions spéciales.

» M. Personne dit également que les urines des individus qui ont ingéré du chloral hydraté réduisent la liqueur cupropotassique. J'ai toujours trouvé, et cela dans des cas très-nombreux, que cette réduction est des plus faibles, moins marquée que celle que produisent les urines avec excès d'acide urique, par exemple; tandis que le chloroforme et surtout le chloral produisent une réduction abondante et rapide, il faut avec le formiate de soude une ébullition prolongée pour amener la formation d'oxydule de cuivre. Dans mes expériences, je n'ai pu retrouver l'acide formique dans les urines que lorsque les doses de chloral administrées avaient été d'au moins 6 grammes chez l'homme, ou bien chez les animaux sacrifiés dans ce but. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'anesthésie produite chez l'homme par les injections de chloral dans les veines* (suite). *Tétanos traumatique traité par les injections. Guérison.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la suite de l'Observation dont je l'ai déjà entretenue (p. 515 de ce volume). Je reviens d'abord, en quelques mots, sur l'état dans lequel je trouvai le malade avant la troisième injection de chloral, c'est-à-dire au point où s'arrêtait ma précédente Communication.

» Le 11 février, à 9 heures du matin, le malade est dans une sorte de coma. Il paraît abattu et répond mal aux questions qu'on lui adresse. La contracture des mâchoires est plus prononcée que la veille, ainsi que l'opisthotonos; il présente des crises convulsives, assez fréquentes et prolongées. C'est alors que je me décide à faire une troisième injection de 10 grammes de chloral, qui est suivie du même calme, du même sommeil, de la même anesthésie que les précédentes. Je l'ai revu à midi, 3 heures, 7 heures, 9 heures. A minuit, il était notablement mieux; le pouls et la respiration offraient leur rhythme normal. Je me hâte de dire que j'ai profité des rares moments où le sommeil semblait disparaître pour faire prendre des potages au tapioca.

» Le 12 février, la nuit a été très-bonne; le malade est calme; le facies n'est plus abattu; les membres inférieurs sont devenus souples, ainsi

que les parois abdominales. Le malade a uriné abondamment. L'amélioration est si manifeste, pour tous ceux qui ont suivi ma visite, que je ne crois pas devoir renouveler l'injection, et que je me contente de prescrire une potion avec 4 grammes de bromure de potassium.

» Le 13 février, la nuit a été mauvaise; le malade a été tourmenté par des crises fréquentes de suffocation, occasionnées par une contracture violente des parois de la poitrine. Je crus devoir recourir à une quatrième injection; mais, au moment où j'introduisais la canule dans la veine, il fut pris d'une crise de suffocation, accompagnée de cyanose, qui dura près de cinq minutes.

» Je jugeai prudent de m'abstenir, et je prescrivis, pendant les deux jours qui suivirent, 28 grammes de chloral dans 120 grammes de sirop de Tolu, qui furent donnés par l'estomac. Cette dose, très-élevée, amena seulement de la somnolence, sans produire de modification dans l'état des phénomènes tétaniques. La moindre pression exercée sur la surface du corps suffisait, en effet, pour déterminer des mouvements réflexes. Le dégoût, d'une part, et la fatigue que cette substance amena du côté de l'estomac me firent en suspendre l'emploi.

» Du reste, à partir de ce moment, le malade, auquel on avait imprudemment enlevé un gilet de laine, sans le remplacer, fut atteint d'une *bronchite aiguë*, contre laquelle je dus lutter avec d'autant plus d'énergie, que les phénomènes de contracture des parois thoraciques semblaient dominer tous les autres phénomènes tétaniques. Le kermès, combiné à l'acétate d'ammoniaque à haute dose et à la belladone, firent tous les frais du traitement. J'employai aussi l'opium, à la dose de 15 centigrammes par jour pendant trois jours; il amena de la fatigue, et je fus obligé d'y renoncer. Je restai alors, tout en combattant les accidents bronchiques, témoin de phénomènes convulsifs qui semblaient s'atténuer de jour en jour. La contracture n'était plus, en effet, un état permanent; elle revenait au contraire par crises de courte durée, portant tantôt sur les membres inférieurs, tantôt sur les parois abdominales, tantôt sur les muscles des lombes, du cou ou des mâchoires : elle cessait presque aussitôt pour faire place au relâchement; quoi qu'il en soit, j'étais disposé à recourir aux injections, si elles devenaient nécessaires. Il n'en a pas été ainsi, et, aujourd'hui, 28 février, le malade est en pleine convalescence : il s'asseoit dans son lit, peut se coucher indifféremment sur le côté droit et le côté gauche; les membres inférieurs, ainsi que les parois thoraciques et abdominales, ont repris leur souplesse habituelle; le sommeil est bon, l'appétit revenu : le malade a pu

commencer à manger des aliments solides; toutes les fonctions s'accomplissent, du reste, avec une parfaite régularité. Il a même demandé à rentrer dans sa famille, ce que j'ai refusé d'accorder par excès de précaution.

» Trois conséquences découlent de ce fait :

» 1° *L'innocuité des injections intra-veineuses de chloral.* Nous n'avons pas observé chez ce malade la plus légère trace de phlébite; il y a eu un petit abcès, à forme spéciale, qui s'est produit à la partie inférieure de l'avant-bras droit, par suite de la pénétration du chloral dans le tissu cellulaire.

» Mes expériences sur quatre animaux m'ont appris qu'il en est toujours ainsi, quand la dose est élevée. Cela conduit à cette conclusion importante pour le clinicien, que la méthode sous-cutanée constitue la voie la plus défectueuse pour l'administration du chloral. Si la quantité injectée dans le tissu cellulaire est faible, elle sera absorbée sans produire d'accidents locaux, mais aussi sans produire aucun résultat sur l'organisme. Si, au contraire, elle est élevée, elle amène des abcès : dans le premier cas, elle est inutile; dans le second, elle est nuisible.

» 2° Une seconde conséquence se tire de l'insensibilité absolue, si rapide et si longue, que produit cette substance lorsqu'elle est mise *immédiatement en contact avec le sang;* j'en ai déjà parlé, je n'y reviendrai pas.

» 3° L'hydrate de chloral *administré par la voie veineuse* a triomphé rapidement des accidents tétaniques. Trois injections de 10 grammes, répétées pendant trois jours, à vingt-quatre heures de distance, ont déterminé avec le sommeil *la paralysie complète de la sensibilité et de la motilité.* Du reste, ces phénomènes, présentés par le malade, ne sont que la reproduction fidèle de ceux que j'avais observés dans mes nombreuses recherches. Aussi puis-je affirmer que l'expérience clinique a confirmé, de tous points, l'expérience du laboratoire. L'importance de cette affirmation ne saurait passer inaperçue, car elle démontre une fois de plus, avec la possibilité de conclure de l'animal à l'homme, les ressources immenses que la Physiologie expérimentale peut fournir au clinicien et au thérapeutiste.

» Mais ce qui est surtout digne de remarque, et j'insiste particulièrement sur ce point, c'est *la faible quantité de chloral* qu'il a fallu employer pour amener un résultat favorable. On avait objecté à la méthode des injections intra-veineuses « que les tétanos qui guérissent par cette substance durent » en moyenne vingt-cinq jours, qu'il faut, pour maintenir le malade dans la » narcose, revenir au chloral cinq ou six fois par jour, et qu'il ne serait » pas pratique de faire cinq ou six injections chaque jour, pendant vingt-» cinq jours. » On n'a pas pris garde, en faisant cette objection, que, par

le fait seul de la pénétration *directe* dans les vaisseaux, l'action physiologique du chloral est, en quelque sorte, *décuplée,* et que les effets qu'il produit sur l'organisme sont alors plus rapides, plus sûrs et plus durables. Mes expériences sur les animaux l'avaient prouvé : l'observation de ce malade le démontre d'une manière encore plus péremptoire. Il a suffi, en effet, de trois injections de 10 grammes de chloral pour enrayer les accidents tétaniques. Ce qu'il faut pour guérir le tétanos, ce n'est pas de maintenir le malade dans la narcose pendant vingt-cinq jours, mais de *sidérer* le pouvoir réflexe de la moelle, trop exalté par l'état morbide, au point de le ramener promptement à son état physiologique, et d'empêcher, par suite, la contracture musculaire de devenir générale. C'est là ce que fait le chloral, *mais seulement s'il est administré par la voie veineuse.* Il est impossible d'en douter, quand on a été le témoin de mes expériences et du fait qui précède. Le pouvoir réflexe subit, dans cette circonstance, que l'on me permette cette comparaison, un phénomène analogue à celui que l'on désigne en Chirurgie sous le nom de *choc.* Aussi, pendant les jours qui suivirent la dernière injection, ce pouvoir semblait-il, en quelque sorte, se réveiller; mais ce réveil fut toujours de courte durée, car il provoqua des crises de contracture tout à fait passagères.

» Mais, pour que le chloral injecté dans les veines enraye les phénomènes tétaniques, il faut que la dose administrée soit assez élevée pour *paralyser presque immédiatement l'action réflexe de la moelle et amener momentanément la paralysie complète du mouvement et de la sensibilité.* La dose de 10 grammes à chaque injection m'a paru suffisante pour amener ce résultat. »

MÉDECINE. — *Sur l'œdème aigu angioleucitique;* Note de M. QUINQUAUD.

« Au point de vue anatomique, cette affection est caractérisée par une phlegmasie des vaisseaux lymphatiques; indépendamment de la lymphangite funiculaire, on voit coexister celle des réseaux. En certains points, apparaissent des foyers purulents, séparés par du tissu œdématié (angioleucite nodulaire). Par places, se montrent des phlyctènes remplies de sérosité albumineuse et de quelques leucocytes; au-dessous, se rencontrent des plaques gangréneuses d'un brun violacé. Ces plaques, exclusivement cutanées et séparées par du tissu à peu près sain, sont produites par une infiltration purulente et fibrineuse du derme seul.

» Le tableau clinique est celui d'une affection fébrile: au début, frissons pendant trois à quatre jours de suite; état gastrique; température rec-

tale, 39°,5 à 40 degrés, pendant huit à dix jours; pouls à 100 ou 110. Bien que le mouvement fébrile soit intense, l'état général reste satisfaisant; l'adynamie est exceptionnelle.

» Parmi les phénomènes locaux, je signale le gonflement avec rougeur légère; les membres où siége la lésion ont triplé de volume. Il semble, au premier aspect, qu'on ait affaire à un phlegmon diffus; mais on ne rencontre ni marbrures, ni sphacèle du tissu cellulaire : il n'existe pas trace d'érysipèle.

» Par le toucher, on ne sent pas de vraie induration, mais plutôt de la rénitence. Après dix à douze jours, la fièvre cesse, l'œdème disparaît; bientôt il ne reste plus que des abcès, qui souvent se résorbent, et des plaies consécutives à la chute des escarres cutanées. La guérison est la règle, la mort l'exception.

» Le traitement consiste en bains prolongés, en toniques de toute nature et en applications émollientes. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la formation des pierres chez les Écrevisses.* Note de M. **Chantran**, présentée par M. Ch. Robin.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le 27 janvier 1873 (1), une Note relative à la régénération des yeux de l'Écrevisse, et j'ai annoncé que des expériences nouvelles étaient entreprises au Collége de France, dans le laboratoire d'Embryogénie comparée, sur les concrétions calcaires connues dans l'ancienne Pharmacopée sous le nom d'*yeux d'Écrevisse*. Je viens aujourd'hui faire connaître à l'Académie les résultats de mes recherches à ce sujet.

» Ces concrétions calcaires se développent entre la paroi propre de l'estomac et la tunique caduque qui tapisse intérieurement cet organe, dans un lieu d'élection en rapport avec les corps glanduleux qui descendent de la base des antennes, et que Batké désigne sous le nom de *glandes salivaires*. Ces glandes, d'après Lereboullet, ne sauraient servir à la sécrétion de la salive, attendu qu'elles ne communiquent pas avec la cavité digestive. Elles n'ont, en effet, avec l'estomac, comme je l'ai constaté de mon côté, que des rapports de contiguïté.

» Quelle peut donc être leur fonction? C'est ce qu'il m'a été jusqu'ici impossible de déterminer. Ce que je puis dire, sans vouloir pour le moment

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 240.

en tirer des conséquences, c'est que ces organes, dans la période de la mue, pendant que la pierre se forme et jusqu'à sa complète résorption, subissent des modifications notables qui n'ont point encore été signalées. J'ai constaté que, pendant la formation des concrétions calcaires, ces organes sont plus turgescents et ont toujours des teintes plus vives qu'à toute autre époque de la vie de l'animal; qu'ils sont plus étroitement appliqués sur l'estomac dans les points qu'occupent les pierres, et qu'ils conservent l'empreinte de ces pierres comme si elles leur avaient servi de moule. J'ai constaté aussi que l'espèce de sinus annexé à ces glandes s'emplit alors d'un liquide qui le distend, et que, ce liquide disparaissant à la suite de la mue, les parois du sac s'affaissent sur la glande. Ce liquide, ainsi que l'a constaté M. Ch. Robin, se coagule comme le sang et en renferme les globules. Enfin j'ai vu que la couleur des glandes varie d'un individu à l'autre, et qu'il y a un certain rapport entre leur coloration et celle des pierres : ainsi, quand elles sont très-vertes, les pierres sont bleues, et quand elles sont vert opaque, les pierres sont blanches.

» L'enveloppe tégumentaire de l'Écrevisse qui vient d'éclore étant sans résistance et membraneuse, on pouvait en inférer que le jeune animal est dépourvu à la naissance des masses calcaires qui contribuent à durcir cette enveloppe. Les pierres, en effet, d'après ce que j'ai pu voir, ne se forment qu'à partir du troisième ou quatrième jour après la sortie de l'œuf, et elles n'ont atteint tout leur volume que vers le dixième jour, époque où le premier changement de carapace se fait. Dans le cas dont il s'agit, ce serait donc de cinq à six jours qu'elles mettraient à se développer; mais, à mesure que l'animal grandit et que les mues se succèdent, la période de formation a une plus longue durée.

» J'ai dit ailleurs que, la première année, l'Écrevisse subit huit mues; la deuxième année, cinq à six; la troisième trois; les années suivantes, les mâles en subissent deux et les femelles une seule. Comme chaque mue entraîne la formation des masses calcaires, c'est donc huit fois, dans le premier âge, que l'Écrevisse refait ses pierres, cinq à six fois dans le deuxième âge, trois fois dans le troisième et deux fois ou une seule, selon le sexe, dans les âges suivants. J'ajouterai que cette formation précède, en moyenne, de dix jours chacune des mues de première année; de quinze jours celles de deuxième année; de vingt-cinq jours, celles de troisième année, et de quarante jours celles des années suivantes, quel qu'en soit le nombre.

» La durée de la période de dissolution et de résorption des pierres, à la suite d'une mue normale, varie aussi selon l'âge de l'individu; ainsi, tandis

qu'elle n'est que de vingt-quatre à trente heures chez les jeunes qui viennent de se débarrasser de leur première ou de leur seconde carapace, elle est de soixante-dix à quatre-vingts heures chez les adultes.

» Il arrive assez fréquemment que les corps calcaires, probablement par suite d'une altération des liquides de l'estomac, ou par toute autre cause, ne se dissolvent pas et s'altèrent : de bleus ou blancs qu'ils devraient être, ils sont bruns ou gris. Dans ces cas, la nouvelle enveloppe reste molle et l'animal ne tarde pas à mourir. Il arrive aussi que les pierres s'arrêtent à un certain degré de formation, sans atteindre leur volume normal; c'est ce que j'ai vu assez souvent dans les mois d'octobre et de novembre. Toutes les fois que cet état se produit, la mue est entravée et même rendue impossible, et l'Écrevisse meurt. Elle meurt aussi lorsque, par une action mécanique, ou par suite d'adhérences normales, les pierres ne deviennent pas libres. C'est, par exemple, ce qui arrive toutes les fois que la membrame épidermique est entraînée par la mue.

» Les pierres se développant, comme je l'ai dit plus haut, entre les deux tuniques qui composent les parois de l'estomac, on s'explique comment, par suite de la mue, on les rencontre dans la cavité même de ce viscère. La membrane épidermique qui contribuait à les maintenir en place étant éliminée avec l'enveloppe extérieure, elles deviennent libres et mobiles et se trouvent naturellement dans la cavité de l'estomac.

» Ce que je viens de dire des Écrevisses se passe aussi chez les Homards, avec cette différence que les corps calcaires, au lieu de former un tout compacte, sont constitués par deux masses de petits prismes oblongs, tronqués, déprimés, les uns indépendants, les autres reliés entre eux par un filament excessivement ténu. »

M. A. **Blouin** adresse une nouvelle Note concernant les essences de pétrole.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.

M. **Ch. Sainte-Claire-Deville**, en présentant à l'Académie un ouvrage de M. *A. Pomel*, intitulé « Description des animaux fossiles de la province d'Oran, *Zoophytes;* 5[e] fascicule, *Spongiaires* », s'exprime comme il suit :

« Ce travail fait partie d'une œuvre plus générale : la carte géologique de la province d'Oran, confiée par le Gouvernement à MM. Rocard, Pouyanne et Pomel. Ce volume contient 256 pages de texte in-4° et 18 planches, dessinées, d'après nature, avec talent par l'une des filles de

l'auteur. Deux autres volumes de cette grande publication sont commencés, dont l'un presque entièrement terminé, comme j'ai pu m'en convaincre lors de mon récent passage à Oran, où j'ai visité les belles collections réunies par M. Pomel. L'auteur a déjà publié à part quelques extraits de son *explication* de la carte géologique, et spécialement une description des environs de Milianah avec coupe géologique. J'ai pu d'ailleurs, dans une excursion faite en sa compagnie autour d'Oran, apprécier la netteté de ses idées sur les nombreuses formations qui s'y observent.

» Je suis sûr d'être ici l'interprète de tous les amis de la science, en émettant le vœu que M. le Gouverneur général actuel de l'Algérie, si sympathique à tous les progrès de notre belle colonie, continue à laisser M. Pomel donner tout son temps à une œuvre aussi considérable, destinée assurément à faire honneur à ses auteurs comme à ses protecteurs.

» M. Pomel, délégué à l'Exposition universelle de Vienne, a adressé au Conseil général d'Oran un *Rapport sur l'exposition de l'Algérie*, que je présente aussi, en son nom, à l'Académie. »

M. **Élie de Beaumont** appuie les observations de M. Charles Sainte-Claire Deville, et exprime de même le désir que M. Pomel puisse continuer ses travaux sur la constitution géologique de l'Algérie, et ne pas interrompre une publication qui joint à son mérite scientifique celui d'une grande difficulté vaincue. Le volume publié par M. Pomel se termine par les lignes suivantes :

« C'est un total de cent-vingt-cinq espèces, qui constitue une faune très-analogue à celle des terrains crétacés moyen et supérieur, mais qui a également des caractères propres. Ce sont surtout les Épitrétidés qui dominent, puis les Diatrétidés; les Titano-Sclérés, au contraire, y sont rares et en décroissance manifeste, bien plus encore que les Dictyoscléroses. Un géologue peu familiarisé avec les faciès lithologiques algériens, tombant sur un pareil gisement, n'aurait pas hésité à se déclarer en plein terrain crétacé, tandis qu'il ne se serait simplement trouvé qu'en présence de la partie inférieure des terrains miocènes. Les genres les mieux pourvus sont : *Laocœtis*, *Pleurophymia*, mais surtout *Jerea*, *Jereopsis*, et même *Meta*, tous à facies éminemment crétacé ; puis *Allomera*, qui est plus particulier. Du reste, toutes les espèces sont à peu près incontestablement spéciales. »

» Ces intéressantes observations, ajoute M. le Secrétaire perpétuel, considérées d'un point de vue général, me paraissent de nature à être rapprochées de celles de MM. Agassiz et de Pourtalès, qui ont annoncé, dans les profondeurs de l'océan Atlantique, voisines des côtes des États-Unis, l'existence actuelle d'une faune d'animaux inférieurs analogue à celle du terrain jurassique. Elles témoignent de l'initiative originale dont l'auteur a donné fréquemment des preuves. »

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie un « appareil homolographique », destiné à substituer aux opérations habituelles de la topographie des procédés purement mécaniques, imaginé par MM. *Peaucellier* et *Wagner*, officiers supérieurs du Génie, s'exprime comme il suit :

« L'instrument que je suis chargé de soumettre à l'examen de l'Académie, et qui est décrit dans le Mémoire que je dépose, offre le grand avantage de permettre, au moyen d'une simple visée sur une stadia à deux branches, de piquer mécaniquement sur une planchette la position horizontale du point occupé par la mire dans un rayon de 140 mètres et d'en lire immédiatement l'altitude. Il fournit donc à la fois la projection horizontale et le nivellement.

» Il est également propre aux opérations topographiques exécutées en station et aux cheminements. La rapidité avec laquelle cet instrument permet d'opérer est telle, qu'en terrain découvert on a pu effectuer, par séance de six heures, le lever de 8 hectares ; tandis qu'avec les procédés actuels on n'en eût obtenu que deux sur le même terrain.

» Ces seuls résultats suffisent pour donner une idée des services que peut rendre un pareil instrument, à un moment où il est question de refaire ou de compléter les opérations du cadastre. Le Comité des fortifications a tellement apprécié l'utilité de l'homolographe de MM. Peaucellier et Wagner, qu'il a accordé à ces savants officiers le premier prix d'encouragement offert chaque année aux officiers du Génie par le Ministre de la Guerre. »

M. le général **Morin** présente à l'Académie la cinquième livraison du tome III de la « Revue d'Artillerie publiée par le Ministère de la Guerre. » Ce numéro contient :

1° La suite et la fin de l'important travail de M. le capitaine *Jouffret*, sur l'établissement des tables de tir;

2° Une analyse des modifications récemment introduites dans le matériel d'artillerie allemand, par M. le capitaine *Colard*.

3° La traduction, faite par M. le capitaine *Muzeau*, d'un Mémoire de M. le major Müller, de l'artillerie allemande, sur l'état de la question du métal à canons.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 février 1874.

(suite.)

La crise financière et l'organisation du travail pendant l'hiver 1871. *Recherches sur la situation actuelle du travail des ouvriers de la vigne; par* C. Saintpierre. Montpellier, typ. Boehm et fils, 1870; br. in-8°.

Nouvelles expériences sur les combustions respiratoires. Oxydation du sucre dans le système artériel; par Estor *et* Saintpierre. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1873; br. in-8°.

Analyse des gaz du sang. Comparaison des principaux procédés. Nouveaux perfectionnements; par MM. Estor *et* Saintpierre. Montpellier, Coulet; Paris, J.-B. Baillière, 1872; br. in-8°.

Recherches du Phylloxera sur les racines des vignes sauvages dites Lambrusques; *par* C. Saintpierre. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1872; opuscule in-8°.

Note sur les vins qui résistent au collage et sur le moyen de les clarifier; par C. Saintpierre. Montpellier, imp. centrale du Midi, sans date; opuscule in-8°.

Nouvelle série d'expériences pour l'étude des engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne; par C. Saintpierre. Montpellier, 1872; opuscule in-8°.

Note sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne. Expériences agricoles faites en 1871 *par* M. C. Sainpierre. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1871; br. in-8°.

Étude médico-légale à propos d'un cas de fracture du crâne par un coup de bâton sur le vertex; par MM. E. Masse *et* C. Saintpierre. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Action de l'acide nitrique sur le chromate de plomb. Dosage du sulfate de plomb contenu dans les chromates de plomb; par E. Duvillier. Lille, imp. L. Danel, 1873; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mars 1874.

Paléontologie ou Description des animaux fossiles de la province d'Oran; par A. Pomel, avec planches lithographiées, sous sa direction, par Mlle A.

Pomel, pour servir à l'explication de la carte géologique de la province, exécutée par ordre du Gouvernement par MM. Rocard et Pouyanne, ingénieurs, et Pomel, garde-mines : *Zoophytes*, 5e fascicule, *Spongiaires*. Oran, typ. et lith. A. Périer, 1872; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Conseil général du département d'Oran. L'Algérie à l'Exposition universelle de Vienne (Autriche), 1873. *Rapport fait au Conseil général par* A. Pomel. Oran, imp. A. Dupont, 1873; in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Herbier. Collection des plantes médicinales indigènes; par M. Ch. Fourcade. Luchon, typ. de J.-B. Champol, 1872; in-folio.

Traité du développement de la fleur et du fruit; par H. Baillon, liv. 4. Paris, V. Masson, 1874; in-8°. (2 exemplaires.)

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 5e liv., février 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

R. Carlotti. *Du mauvais air en Corse. Ses causes, son action, moyens d'assainissement.* Ajaccio, imp. Leca, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Procédé de P. A. Tonnoni *pour améliorer les espèces et la culture du froment.* Rimini, 1874; br. in-8°.

Elementi di Geometria di Fr. Rapisardi. Milano, V. Emues, 1874; 1 vol. in-8°.

Intorno l'efficacia particolarmente anticolerica del sulfuro nero di mercurio, etc., dal Dr S. Cadet *e* A. Calandrelli. Roma, tip. di G. Via.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 27 octobre 1873.)

Tome LXXVII, page 949, ligne 23, *au lieu de* Mahonia, *lisez* Berbéris.

(Séance du 16 février 1874.)

Pages 463 et 465, dans les équations (I), (II) et (III), *au lieu de* $\sum \frac{\overline{dU}}{dt} \delta t$, *lisez* $\sum \frac{\overline{dU}}{de} \delta e$.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQ. FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — FÉVR. 1874.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES du jardin.			THERMOMÈTRES du pavillon.			EXCÈS SUR LA MOYENNE normale de chaque jour.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol				THERMOMÈTRES CONJUGUÉS dans le vide (T' − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	766,8	-2,9	9,3	3,2	-2,7	9,1	3,2	-0,8	4,4	4,4	4,2	6,3	2,2	6,0	84	»	1,0
2	65,6	4,5	6,6	5,6	4,5	6,7	5,6	1,5	4,5	4,9	4,7	6,2	1,1	4,8	70	»	0,0
3	65,5	4,1	6,3	5,2	4,1	6,3	5,2	0,9	4,2	4,7	4,7	6,2	1,2	4,8	72	»	0,0
4	68,9	2,9	5,7	4,3	3,4	5,8	4,6	0,8	3,9	4,6	4,7	6,2	1,4	4,9	83	»	0,0
5	69,5	-3,0	8,6	2,8	-2,9	8,1	2,6	-1,7	1,6	2,9	3,9	6,2	5,2	4,0	80	»	0,0
6	66,6	-3,6	7,5	2,0	-3,0	7,2	2,1	-2,9	0,9	1,9	3,1	6,1	5,8	3,7	77	»	3,0
7	63,9	-4,9	4,2	-0,4	-4,9	4,9	0,0	-5,3	0,5	1,4	2,4	5,9	2,4	4,1	81	»	0,0
8	57,2	1,9	9,3	5,6	1,9	9,5	5,7	0,8	3,0	3,1	2,8	5,6	1,9	4,8	76	»	4,5
9	62,3	-2,8	5,4	1,3	-2,7	5,1	1,2	-3,7	1,2	2,0	2,7	5,4	4,2	3,2	67	»	0,0
10	67,7	(a)	(a)	-3,4	(a)	(a)	-3,3	-7,6	-0,4	0,9	2,2	5,3	7,0	2,5	67	»	3,5
11	66,1	-8,8	1,1	-3,9	-8,7	0,3	-4,2	-8,3	-0,6	0,3	1,5	5,2	6,4	2,0	63	»	0,5
12	60,7	-6,6	6,3	-0,2	-6,6	6,1	-0,3	-4,2	-0,3	0,7	1,2	5,0	2,1	3,7	72	»	3,0
13	61,3	1,8	11,4	6,6	2,4	11,4	6,9	3,3	3,0	1,8	1,5	4,8	3,8	5,4	74	»	7,0
14	55,4	4,0	13,2	8,6	3,8	12,7	8,3	4,9	5,4	4,6	3,0	4,6	3,9	5,2	64	»	11,0
15	46,7	5,8	11,8	8,8	6,0	11,5	8,8	4,7	6,0	5,6	4,2	4,7	2,5	6,7	84	»	10,0
16	48,7	5,1	9,8	7,5	5,1	9,5	7,3	2,8	5,7	5,7	4,7	4,9	1,1	6,6	91	»	11,0
17	41,3	4,9	8,2	6,6	4,7	8,5	6,6	1,4	4,9	5,4	4,9	5,2	0,6	6,0	91	»	16,0
18	47,8	1,3	9,6	5,5	1,5	8,9	5,2	1,1	3,7	4,4	4,5	5,4	3,6	4,9	83	»	11,0
19	54,8	0,1	6,7	3,4	0,1	6,6	3,8	-0,5	2,7	3,5	4,0	5,4	4,8	4,2	75	»	4,0
20	60,5	-0,9	6,0	2,6	-0,7	6,0	2,7	-1,4	2,2	2,9	3,4	5,4	3,0	4,5	86	»	0,5
21	58,2	-2,5	5,7	1,6	-2,5	5,7	1,6	-2,5	2,1	2,7	3,1	5,3	2,7	4,5	91	»	0,0
22	53,2	-0,2	8,7	4,3	0,1	8,6	4,4	-0,2	3,5	3,7	3,4	5,2	2,9	4,7	77	»	3,5
23	54,1	2,9	9,8	6,4	3,0	9,6	6,3	1,4	3,7	4,2	3,9	5,2	1,3	4,9	77	»	10,5
24	55,9	0,5	11,1	5,8	0,6	10,4	5,5	0,6	4,2	4,3	4,0	5,2	2,2	5,4	82	»	1,5
25	51,6	2,2	9,1	5,7	2,3	8,9	5,6	0,4	4,5	4,9	4,4	5,0	3,7	5,0	77	»	3,5
26	42,3	2,3	13,6	7,9	2,1	13,4	7,8	2,7	6,0	5,5	4,6	5,4	2,4	5,3	60	»	3,0
27	43,2	(a)	(a)	8,5	(a)	(a)	8,5	3,5	7,1	6,8	5,5	5,5	1,1	6,8	82	»	14,5
28	55,8	5,4	11,1	8,3	5,9	11,3	8,6	3,0	6,5	6,7	5,9	5,7	2,7	5,8	80	»	6,0
29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
31	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»
Moy.	757,6	0,5	8,1	4,3	0,7	7,9	4,3	-0,2	3,4	3,7	3,7	5,4	3,0	4,8	77	»	4,6

(a) La marche de la température ayant été continuellement descendante, la moyenne diurne a été déduite des quatre observations faites à intervalles égaux.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1874.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Déclinaison moyenne.	Inclinaison moyenne.	Intensité.	PLUIE. à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.	ÉVAPORATION (1).	VENTS. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	° '	° '		mm	mm	mm		k			
1	17.29,4	65.34,9	»	»	»	1,5	NNE	5,3	NNE	9	Léger brouill. et rosée le matin.
2	28,1	37,2	»	»	»	2,5	NE	4,6	NNE	10	Brumeux le mat. Lueur auror.
3	27,1	38,2	»	»	»	2,0	NO-NE	3,0	NNE	10	Brumes élevées.
4	31,1	32,0	»	»	»	1,2	NNE	7,7	NNE	7	Fortes perturb. magnétiques.
5	26,1	30,1	»	»	»	0,7	NNE	1,1	»	1	Givre épais. Orage magnét. le s.
6	26,2	31,5	»	»	»	0,6	SSO	0,8	»	0	Id. Tr.-beau l'ap. midi.
7	27,5	31,6	»	»	»	2,0	SO-NO	1,1	»	8	Brumeux.
8	27,7	35,1	»	1,5	1,4	0,9	O-NNE	9,3	NO	8	Pluv. Vent s'élève vers 3h 30m s.
9	26,4	33,7	»	0,0	0,0	2,2	NO	3,7	»	5	Givre mat. Qq. floc. de neige le s.
10	28,3	32,0	»	0,0	0,0	1,2	NE	11,8	N	2	Floc. de neige le mat. Rafales de NE.
11	26,1	32,3	»	»	»	1,0	E	3,3	»	2	Encore qq. rafales de l'E.
12	25,8	34,7	»	0,2	0,2	0,9	SSE	3,9	SSO	8	Petite pluie à midi. Lueur aur.
13	26,8	32,8	»	»	»	3,5	S	13,6	SO	8	Plaques aurorales le soir.
14	24,8	31,4	»	»	»	4,3	S	16,0	SSO	7	Id.
15	27,4	27,0	»	1,8	1,6	2,6	SSO	12,9	SSO	8	Contin. pluv., qq. bourrrasq.
16	25,9	25,7	»	1,4	1,2	1,1	SSO	11,0	SSO	10	Pluie modér. le jour, plaq. aur.
17	24,9	24,4	»	5,8	5,2	1,1	SSO	14,1	SSO	8	Contin. pluv., raf. et plaq. aur.
18	25,9	27,9	»	0,9	0,6	1,1	OSO	6,0	O	7	Temps var. Pluie vers 3h soir.
19	25,4	27,2	»	»	»	2,1	NO	7,3	N	4	Faible gelée blanche le matin.
20	23,5	27,3	»	0,1	0,1	0,9	N	4,4	N	5	Gelée blanche le matin.
21	24,3	26,3	»	0,4	0,3	0,5	NNO	2,6	»	10	Id. brouillards.
22	24,8	28,7	»	0,3	0,2	2,2	SSO	6,2	NNO	9	Pluv. le s. et le lendemain mat.
23	24,7	27,7	»	»	»	1,9	SO	6,0	OSO	8	A 6h soir, bolide très-brillant.
24	25,5	27,6	»	»	»	1,2	variable.	2,3	»	8	»
25	24,8	30,0	»	»	»	1,6	SE	2,2	S	8	»
26	24,9	28,2	»	0,4	0,3	5,4	SSE	11,8	SSO	10	Rafales. Pluie commence à 3h s.
27	25,3	26,3	»	1,1	0,5	2,9	SO-ONO	8,3	SSO-NO	10	Contin. pluvieux. Halo lunaire.
28	25,0	25,6	»	6,4	5,9	1,4	variable.	4,4	NO-SO	8	La pluie cesse au point du jour.
Moyen. ou totaux.	17.26,2	65.30,3	»	20,3	17,5	50,5		6,6		7,1	

(1) L'évaporomètre Piche, usité d'ordinaire, a été remplacé pendant les gelées par une surface de 2 décimètres carrés de terre tamisée et saturée d'eau. (Glace les 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20 et 21.)

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1874.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°.............	757,29	757,76	757,56	756,82	757,25	757,48	757,39	757,37 (1)
Pression de l'air sec...............	752,64	752,83	752,56	751,96	752,44	752,72	752,67	752,58 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (jardin) (*a*).	2,01	3,36	6,30	6,99	4,90	3,64	2,59	3,95 (1)
» (pavillon)...	1,95	3,42	6,33	6,95	4,91	3,68	2,65	3,96 (1)
Thermomètre à alcool incolore.......	1,88	3,15	6,01	6,71	4,74	3,48	2,48	3,78 (1)
Thermomètre électrique à 29^m........	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'..	1,19	9,55	17,48	13,68	4,30	»	»	9,24 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*.	1,14	5,43	10,98	9,56	4,26	»	»	6,27 (2)
Excès (T' — *t*).....................	0,05	4,12	6,50	4,12	0,04	»	»	2,97 (2)
Températ. du sol à 0^m,02 de profond^r.	2,54	2,76	4,02	4,46	3,94	3,44	2,97	3,37 (1)
» 0^m,10 »	3,31	3,21	3,61	4,10	4,25	4,05	3,76	3,73 (1)
» 0^m,20 »	3,95	3,87	3,81	3,99	4,23	4,30	4,25	4,06 (1)
» 0^m,30 »	3,66	3,57	3,53	3,56	3,68	3,80	3,81	3,67 (1)
» 1^m,00 »	5,45	5,45	5,46	5,46	5,45	5,45	5,45	5,45 (1)
Tension de la vapeur en millimètres..	4,65	4,93	5,00	4,86	4,81	4,76	4,72	4,79 (1)
État hygrométrique en centièmes.....	85,1	82,4	68,1	63,5	72,8	77,7	83,4	77,4 (1)
Pluie en millimètres à 1^m,80 du sol...	7,1	0,7	2,5	1,1	5,0	0,8	0,3	t. 17,5
» (à 0^m,10 du sol)..	7,7	0,9	2,9	1,4	5,9	1,0	0,5	t. 20,3
Évaporation totale en millimètres.....	»	»	»	»	»	»	»	t. 50,5
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	5,1	6,3	8,8	9,5	7,8	4,9	5,2	»
Pluie moy. par heure (à 1^m,80 du sol).	1,18	0,23	0,83	0,37	1,67	0,27	0,10	»
Évaporation moyenne par heure......	»	»	»	»	»	»	»	»
Inclinaison magnétique....... 65° +	28',8	28',9	30',3	32',1	31',9	30',7	30',1	30',3 (1)
Déclinaison magnétique....... 17° +	24,8	23,7	29,6	30,7	27,0	24,0	23,3	26,2 (1)
Tempér. moy. des maxima et minima (parc)........								4°,3
» » (pavillon du parc)........								4,3
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).								5,5

(*a*) *Température moyenne diurne calculée par pentades :*

Janvier 31 à Février 4........	4°,5	Février 15 à 19...........	5°,2
Février 5 à 9................	1,7	» 20 à 24..........	3,4
» 10 à 14..............	1,7	» 25 à Mars 1er....	6,8

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 6 heures et 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.